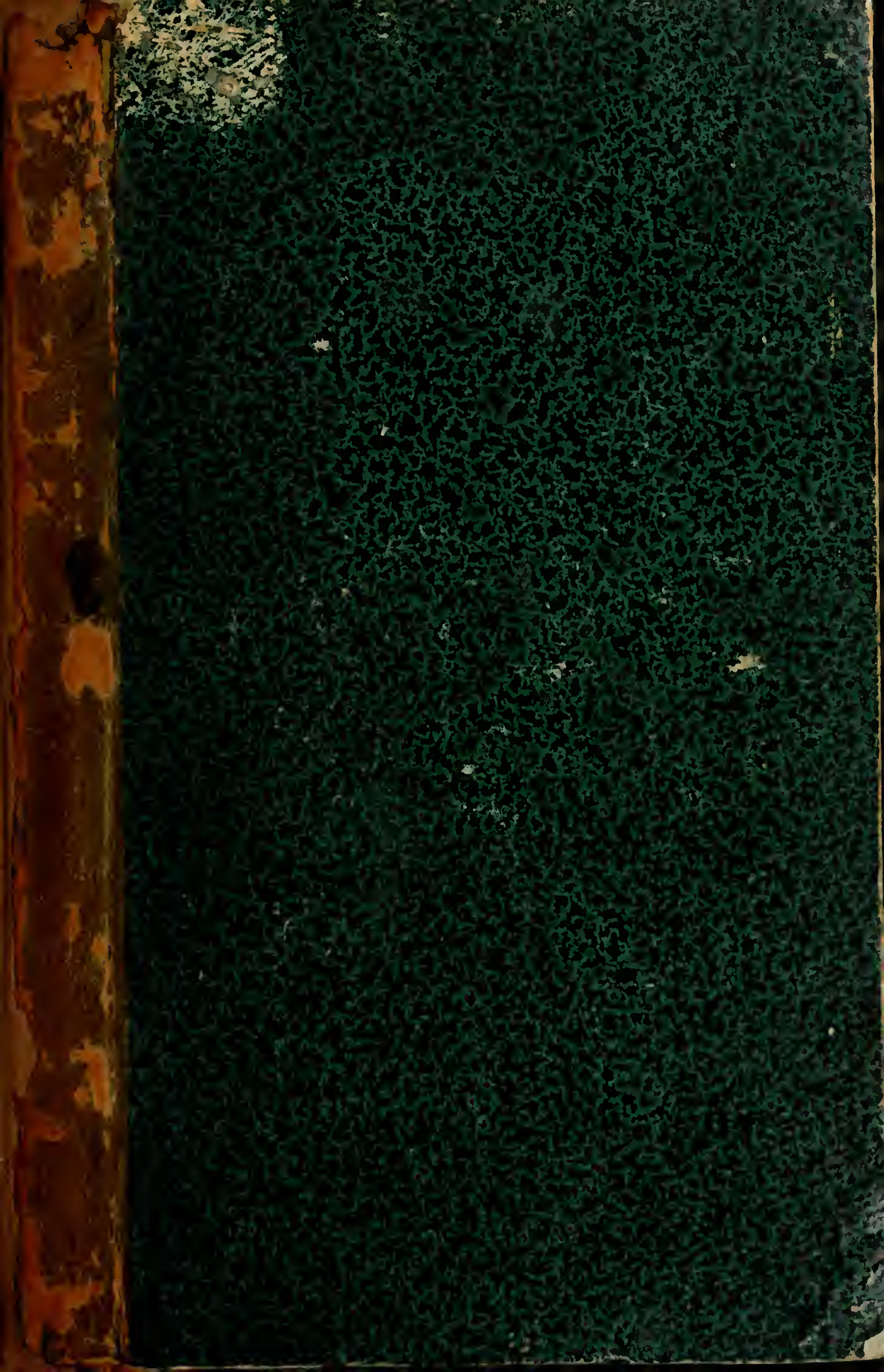
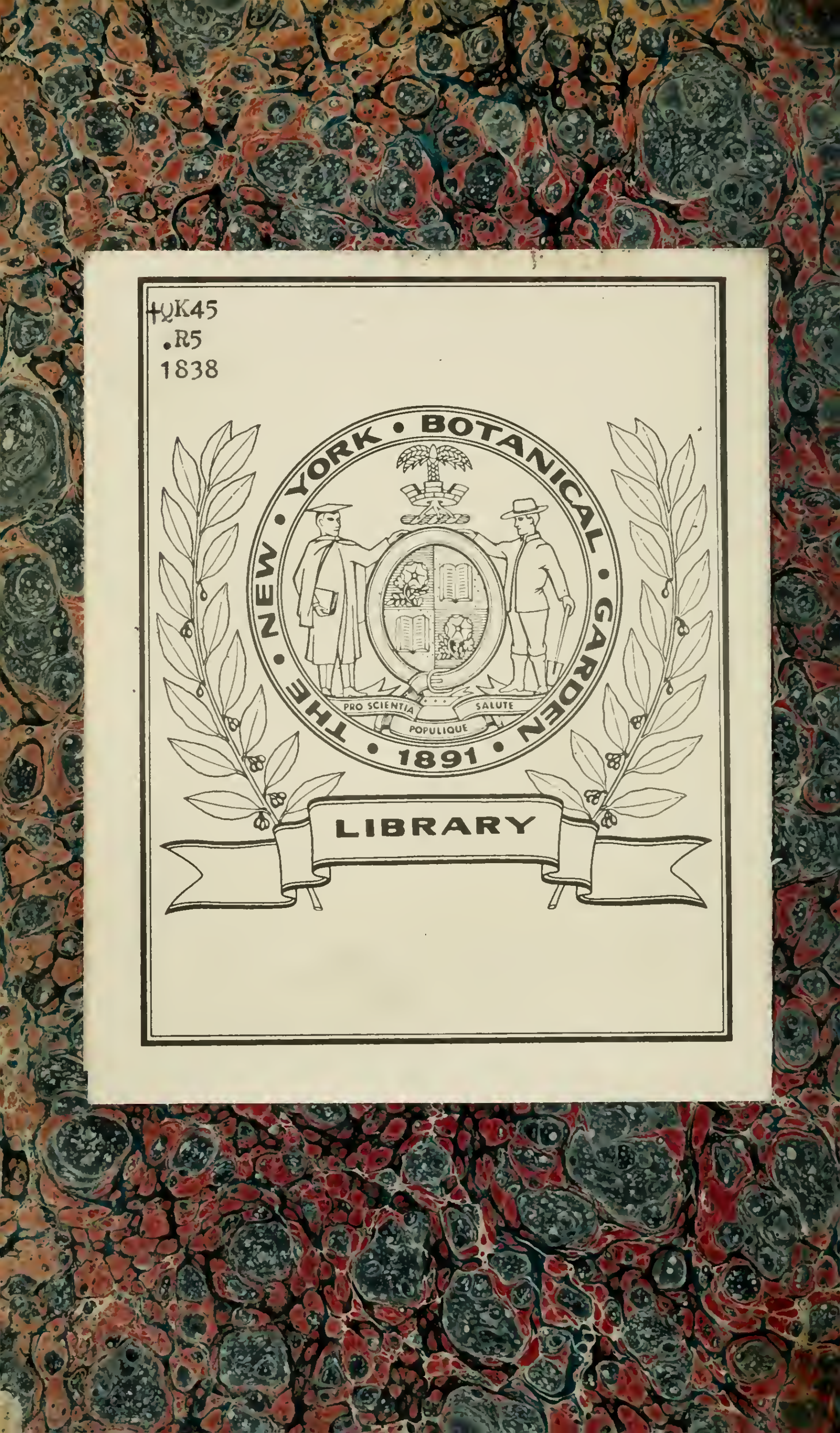




THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
1891
LIBRARY



NOUVEAUX ÉLÉMENS
DE BOTANIQUE
ET DE
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

Sixième édition

REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE,

DES CARACTERES DES FAMILLES NATURELLES

DU RÈGNE VÉGÉTAL,

Par ACHILLE RICHARD, D. M. P.

Professeur de Botanique à la faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie Royale des sciences, de l'Institut de France, de l'Académie Royale de Médecine, de la Société Philomathique, de la Société de Chimie Médicale, de la Société d'Histoire naturelle de Paris. etc.,

ORNÉE DE 5 PLANCHES NOUVELLES GRAVÉES SUR ACIER,

et de 163 gravures intercalées dans le texte, gravées sur bois par Andrew, Best et Leloir.

OUVRAGE ADOPTÉ

PAR LE CONSEIL ROYAL DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE
pour l'enseignement dans tous les établissemens de l'Université.

PARIS,

BÉCHET JEUNE,

LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

Place de l'École-de-Médecine, 4

—

1838.

A M. LE BARON

Benjamin Delessert,

ASSOCIÉ LIBRE

DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES

DE L'INSTITUT DE FRANCE.

HOMMAGE

DU PROFOND RESPECT ET DE LA RECONNAISSANCE DE L'AUTEUR.

Achille Richard.

PRÉFACE

DE LA SIXIÈME ÉDITION.

Nous signalerons ici les principaux changemens que nous avons jugé convenable de faire pour améliorer autant que possible les ÉLÉMENS DE BOTANIQUE ET DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE dont nous publions aujourd'hui la sixième édition. Depuis un certain nombre d'années l'anatomie végétale a été l'objet des travaux et des investigations d'un grand nombre de naturalistes, en Allemagne, en Angleterre et en France. Nous nous sommes livré nous-même à des recherches soignées et persévérantes sur les points les plus importans de cette partie de la science, et nous croyons avoir été assez heureux pour éclairer par des observations, souvent nouvelles, quelques uns des points obscurs de l'anatomie des végétaux. Il est telle page de notre livre qui est souvent le résultat de plusieurs mois de travail et de recherches microscopiques. Nous avons aussi joint à cette nouvelle édition quatre planches gravées en taille douce, propres à représenter les principales modifications des tissus de la plante. Les figures, dessinées par nous et presque toujours d'après nature, nous ont paru indispensables pour bien mettre sous les yeux du lecteur les détails souvent si minutieux de l'organisation élémentaire des végétaux.

Un chapitre tout à fait nouveau traite spécialement de la distribution des végétaux à la surface de la terre ou de la géographie botanique, partie importante dans l'histoire des races végétales, et dont nous n'avions pas encore fait mention jusqu'ici.

Le nombre des familles dont nous donnons ici les caractères eût été encore plus considérable, si nous eussions eu le dessein d'y faire entrer toutes celles qui ont été successivement proposées ou établies depuis la publication du *Genera plantarum* de M. de Jussieu. Mais non seulement nous avons réuni à d'autres familles déjà existantes un assez grand nombre de celles qui ont été nouvellement proposées, mais nous avons aussi pensé que, dans un ouvrage élémentaire, nous pouvions, sans inconvénient, omettre quelques familles encore trop imparfaitement connues, soit dans leurs caractères généraux, soit dans les genres qui doivent les composer, soit enfin dans la place qu'elles doivent occuper dans la série des ordres naturels. Nous nous hâtons de faire cette remarque, afin que l'on ne nous accuse pas de n'avoir pas parlé dans cet ouvrage de plusieurs familles récemment établies.

Nous devons aussi dire un mot sur la réunion que nous avons cru devoir faire quelquefois de plusieurs familles en une seule. Dans l'état actuel de la science, nous pensons qu'il y a peut-être plus de réductions à faire dans le nombre des genres et des familles, qu'il n'y a lieu à multiplier ce nombre. Un coup d'œil rapide jeté en passant sur les phases de la botanique, depuis l'établissement de la méthode des familles naturelles, démontrera suffisamment cette vérité. Dans les premières années qui suivirent la publication du *Genera plantarum* de M. de Jussieu, cet ouvrage, qui de nos jours est encore un des plus beaux monumens élevés à la gloire de la botanique, en même temps qu'il est, pour celui qui sait le méditer, une source de connaissances aussi profondes que positives, fut la règle invariable qui servit à caractériser et les genres et les familles résultant du rappro-

chement de ceux-ci. Mais les progrès que fit faire à la science l'étude plus approfondie de la structure de la graine et du fruit, les avantages qu'elle présenta pour la coordination des genres et des familles, amenèrent de notables changemens dans l'étude de la botanique. On sentit la nécessité de pénétrer encore plus profondément dans l'organisation des diverses parties de la fleur, et en particulier de l'ovaire, de la graine et du fruit, qui avaient été reconnus comme fournissant les caractères les plus importans pour y puiser les affinités naturelles des végétaux. On soumit donc à une nouvelle investigation les genres réunis dans chacun des cent ordres naturels présentés dans le *Genera plantarum;* et de cette analyse plus précise, dirigée surtout vers les organes les plus essentiels, résulta nécessairement la découverte d'un grand nombre de caractères, d'analogies ou de différences, qui avaient été jusqu'alors inaperçus. Cette nouvelle marche imprimée à l'étude des végétaux amena la nécessité d'introduire des modifications et dans la circonscription des genres, dont le nombre fut bientôt plus que doublé, et dans celle des familles elles-mêmes. Mais dans cette première période de l'ère nouvelle de la science, il était naturel que les observateurs, découvrant chaque jour une foule de modifications nouvelles qui avaient échappé à leurs devanciers, fussent plus frappés des différences qu'ils observaient entre les genres et les familles que des rapports nouveaux que l'analyse leur dévoilait. En effet, à cette époque, les genres ou les espèces analysés à fond d'après les principes de la nouvelle école étaient encore trop peu nombreux, trop isolés, pour ne pas présenter en quelque sorte de grandes dissemblances ; et, comme il n'arrive que trop souvent dans l'étude des sciences, on généralisa trop tôt des faits qui n'étaient encore qu'isolés

et spéciaux. De là ce grand nombre de genres et de familles nouvelles qui furent successivement établis, nombre qui fut bientôt double de celui du *Genera plantarum*.

Mais l'impulsion était donnée, la bonne route était ouverte. L'investigation analytique portée successivement sur un nombre toujours croissant de végétaux, les découvertes des voyageurs, qui apportent chaque jour de nouveaux types d'organisation, nous paraissent devoir combler successivement un grand nombre des intervalles qui séparent les groupes jusqu'à présent établis. Dans la première période, chaque analyse nouvelle amenait la connaissance d'une modification nouvelle de l'organisation végétale, et devenait en quelque sorte un type isolé. Aujourd'hui que les observations se sont considérablement multipliées, des faits analogues sont venus se grouper autour des premiers, et, par les modifications variées que chacun d'eux présente, des nuances insensiblement graduées les ont en quelque sorte liés les uns aux autres, et ont formé cette chaîne, si rarement interrompue, que tous les bons observateurs ont reconnue exister entre toutes les productions de la nature. Dans ce nouvel état de choses, on voit tous les jours disparaître les caractères tranchés qu'on avait crus d'abord exister soit entre les espèces qui composent les genres, soit entre les genres réunis en famille. Il en résulte nécessairement que comme les différences disparaissent, on doit anéantir les coupes ou divisions qui avaient été fondées sur elles. Aussi, nous le répétons, les progrès toujours croissans de la botanique nous paraissent devoir présenter pour résultat de diminuer beaucoup et le nombre des genres actuellement établis, et celui des groupes ou familles que l'on a formés par leur rapprochement. Mais ce travail est long et demande encore de nouvelles observations. Si nous nous

sommes quelquefois permis de ne pas admettre les idées des autres, nous ne l'avons fait qu'avec une sage réserve, surtout avec bonne foi, et non dans cet esprit étroit et mesquin de substituer nos propres idées à celles de nos devanciers.

Nous avons suivi, dans l'arrangement ou coordination générale des familles, la série présentée par M. de Jussieu, à laquelle nous avons fait à peine quelques changemens ; peu importe d'ailleurs la méthode que l'on suive, pourvu qu'on respecte, autant que possible, les affinités naturelles et évidentes qui existent entre les différentes familles. Car il paraît démontré aujourd'hui, pour tous les bons esprits, qu'il est impossible qu'une série linéaire ne rompe pas fréquemment les rapports naturels; et si l'on adopte, comme servant de base aux divisions que l'on y établit, soit l'insertion, ainsi que l'avait fait M. de Jussieu, soit l'adhérence ou la non-adhérence de l'ovaire, comme je l'ai essayé dans ma BOTANIQUE MÉDICALE, des exceptions nombreuses viennent à chaque instant contrarier la méthode.

Quant à la rédaction des familles elles-mêmes, nous avons en général préféré le nom qui, le premier, a été imposé, ne croyant pas qu'un simple changement dans la désinence de ce nom dût faire attribuer à un autre l'honneur de l'établissement de la famille. Nous avons cité à la suite de ce nom, soit les synonymes de la famille, soit le nom de celles que nous avons cru devoir y être réunies. Tous nos caractères, si l'on en excepte un très petit nombre dont les matériaux nous ont manqué, ont été faits d'après nature; et assez souvent une analyse soignée des genres de chaque famille nous a amené à modifier les caractères qui en avaient été donnés jusque alors. Nous n'avons pas cru devoir, dans un ouvrage élémentaire, donner trop d'extension à ces caractères ; mais néanmoins

nous n'avons rien omis de ce qui pouvait servir à bien distinguer les diverses familles; et, comme le fruit et la graine fournissent généralement les caractères les plus importans, leur description fait toujours partie du caractère général que nous traçons de chaque famille.

A la suite des caractères généraux, nous avons joint quelques observations, soit sur les affinités et les différences de chaque famille avec celles qui l'avoisinent, soit sur les divisions ou tribus qui y ont été établies, soit enfin sur les familles qui doivent être réunies; nous avons également soin d'indiquer les genres principaux qui les composent.

Afin que les personnes qui commencent l'étude de la botanique puissent ne s'occuper que des familles les plus distinctes, et surtout de celles dont ils peuvent trouver facilement des exemples dans la nature, nous avons marqué d'un astérisque (*) toutes les familles qui renferment des genres qui font partie de la Flore française.

Quant aux personnes qui, se destinant à l'art de guérir, cherchent dans l'étude de la botanique la connaissance des caractères et des propriétés médicales de tous les végétaux employés en médecine, ou de tous les médicamens empruntés au règne végétal, elles trouveront dans nos ÉLÉMENS D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE tout ce que l'histoire naturelle offre d'important à faire connaître pour le médecin.

Paris, 1 janvier 1838

NOUVEAUX ÉLÉMENS

DE

BOTANIQUE

ET DE

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

INTRODUCTION.

Définition de la Botanique.

La Botanique[1] (*Botanica*, *Res herbaria*) est cette partie de l'histoire naturelle qui a pour objet l'étude des végétaux. Elle nous apprend à les connaître, à les distinguer et à les classer.

Cette science ne consiste pas, comme on l'a cru long-temps, dans la connaissance pure et simple du nom donné aux différentes plantes; mais elle s'occupe aussi des lois qui président à leur organisation générale, de la forme, des fonctions de leurs organes, et des rapports qui les unissent soit entre eux, soit avec les autres corps naturels.

Division de la Botanique en :

La Botanique, envisagée dans ses applications les plus importantes, nous fait également connaître les vertus salutaires ou malfaisantes des plantes, et les avantages que nous pouvons en retirer dans l'économie domestique, les arts ou la thérapeutique.

Une science aussi vaste a dû nécessairement être partagée en plusieurs branches distinctes, afin d'en faciliter l'étude; c'est ce qui a eu lieu en effet.

Botaniq. proprement dite.

1° Ainsi l'on nomme Botanique proprement dite, soit l'ensemble

[1] Dérivé de βοτανη, herbe, plante.

de la science, soit cette partie qui considère les végétaux d'une manière générale et comme des êtres distincts les uns des autres, qu'il faut connaître, décrire et classer. Cette branche de la science des végétaux se subdivise elle-même en :

Glossologie[1], ou connaissance des termes propres à désigner les différens organes des plantes et leurs nombreuses modifications; cette partie forme la langue de la Botanique, langue dont l'étude est extrêmement importante, et avec laquelle on doit commencer par se bien familiariser.

Taxonomie[2], ou application des lois générales de la classification au règne végétal. Ici se rapportent les différentes classifications proposées pour disposer méthodiquement les plantes.

Phytographie[3], ou art de décrire les plantes, c'est à dire de faire connaître, par l'emploi des termes techniques, les caractères généraux ou particuliers propres à distinguer un végétal de tous les autres.

Physique végétale.

2° La seconde branche de la Botanique porte le nom de PHYSIQUE VÉGÉTALE, ou de Botanique organique. C'est elle qui considère les végétaux comme des êtres organisés et vivans, qui nous décèle leur structure intérieure, le mode d'action propre à chacun de leurs organes, et les altérations qu'ils peuvent éprouver, soit dans leur structure, soit dans leurs fonctions. De là trois divisions secondaires dans la *Physique végétale*, savoir :

L'*Organographie*[4], ou la description des organes, de leur forme, de leur position, de leur structure et de leurs connexions.

La *Physiologie végétale*, ou l'étude des fonctions propres à chacun des organes, et dont l'ensemble constitue la vie.

La *Pathologie végétale*, qui nous enseigne les diverses altérations ou maladies qui peuvent affecter les végétaux.

[1] Dérivé de *γλῶσσα*, mot, langue ou langage, et de *λογος*, discours.

[2] De *ταξις*, ordre, méthode, et de *νομος*, loi, règle; c'est à dire règles de la classification.

[3] De *φυτον*, plante, et de *γραφω*, j'écris ou je décris; c'est à dire art de décrire les plantes.

[4] Dérivé de *οργανον*, organe, et de *γραφω*, je décris; c'est à dire description des organes. Cette partie est aussi appelée Terminologie, nom impropre, puisqu'il est composé d'un mot grec et d'un mot latin.

3° Enfin on a donné le nom de BOTANIQUE APPLIQUÉE à cette troisième branche de la Botanique générale qui s'occupe des rapports existans entre l'homme et les végétaux. Elle se subdivise en *Botanique agricole*, ou application de la connaissance des végétaux à la culture et à l'amélioration du sol ; en *Botanique médicale*, ou application des connaissances botaniques à la détermination des végétaux qui peuvent servir de médicamens, et dont le médecin peut tirer avantage dans le traitement des maladies ; en *Botanique économique et industrielle*, ou celle qui a pour objet de faire connaître l'utilité des plantes dans les arts ou l'économie domestique.

Botanique appliquée.

La Botanique étant la science qui a pour objet l'étude des végétaux, nous devons nous occuper d'abord de donner une idée générale et succincte des êtres auxquels on a appliqué ce nom.

Les VÉGÉTAUX (en latin *Vegetabilia*, *plantæ*, et en grec φυτα, Βοτάναι) sont des êtres organisés et vivans, privés de sensibilité et de mouvement volontaire, mais jouissant de l'excitabilité, propriété qui fait le caractère spécial de tous les êtres organisés. C'est par cette propriété, en vertu de laquelle s'exécutent les fonctions dont l'ensemble constitue la vie, que les êtres organisés résistent à l'action des causes extérieures qui tendent continuellement à les détruire.

Définition des Végétaux.

L'organisation générale des plantes est plus simple que celle des animaux, et par conséquent la vie chez les premières n'exige pas toutes les conditions nécessaires à la vie dans les derniers. Dans les végétaux elle se compose de l'exercice simultané ou successif de deux grandes fonctions, la *Nutrition*, par laquelle toutes les parties se développent, et la *Génération* qui perpétue les races et les espèces, en leur donnant les moyens de se reproduire.

Dans les êtres organisés, toutes les parties, ou mieux tous les organes, sont les instrumens à l'aide desquels s'exécutent les fonctions. Tous doivent remplir un rôle dans la production des phénomènes dont l'ensemble constitue la vie. Par conséquent toutes les parties de la plante, comme la racine, la tige, les feuilles, les pétales, les étamines, etc., concourent essentiellement à l'une ou à l'autre des deux grandes fonctions de la vie végétale. De là nous

Division des organes en deux classes :

paraît découler une division toute naturelle des organes des végétaux en deux classes, savoir : les *organes de la Nutrition* et les *organes de la Génération*. Tel est l'ordre que nous allons suivre dans la description des divers organes de la plante.

Avant de nous livrer à cette description détaillée, il nous paraît nécessaire de présenter ici un tableau succinct de toutes les parties dont la plante se compose, afin d'en donner une idée générale, qui nous servira à mieux nous faire comprendre quand nous traiterons de chacune d'elles en particulier.

Dans son dernier degré de développement, un végétal offre à considérer les organes suivans :

I. *Organes de la Nutrition.*

1° Organes de la Nutrition.

1° La *racine*, ou cette partie qui, le terminant inférieurement, s'enfonce ordinairement dans la terre, où elle fixe le végétal ; flotte dans l'eau, quand celui-ci nage à la surface de ce liquide.

2° La *tige* qui, croissant en sens inverse de la racine, se dirige toujours vers le ciel, du moins au moment où elle commence à se développer, se couvre de feuilles, de fleurs et de fruits, et se divise en branches et rameaux.

3° Les *feuilles*, ou ces espèces d'appendices membraneux, insérés sur la tige et ses divisions, ou bien partant immédiatement du collet de la racine.

II. *Organes de la Génération.*

2° Organes de la Génération.

4° Les *fleurs*, c'est à dire des parties très complexes, renfermant les organes de la reproduction dans deux enveloppes particulières, destinées à les contenir et à les protéger : ces organes de la reproduction sont le *pistil* et les *étamines*. Les enveloppes florales sont la *corolle* et le *calice*.

5° Le *pistil*, ou organe sexuel femelle, simple ou multiple, occupant presque toujours le centre de la fleur, se compose d'une partie inférieure creuse, nommée *ovaire*, propre à contenir les rudimens des graines, ou les *ovules* ; d'une partie glandulaire, située ordinairement au sommet de l'ovaire, destinée à recevoir

la matière fécondante de l'organe mâle, et que l'on appelle *stigmate;* quelquefois d'un *style*, sorte de prolongement filiforme du sommet de l'ovaire, qui supporte le *stigmate.*

6° Les *étamines*, ou organes sexuels mâles, composées essentiellement d'une *anthère*, espèce de petite poche membraneuse, le plus souvent à deux loges, renfermant dans son intérieur la substance propre à opérer la fécondation ou le *pollen.* Le plus ordinairement l'anthère est portée sur un *filet* plus ou moins long; dans ce cas l'*étamine* se trouve formée d'une *anthère* ou partie essentielle, d'un *filet* ou partie accessoire, et du *pollen.*

7° La *corolle*, ou l'enveloppe la plus intérieure de la fleur, souvent peinte des plus riches couleurs, quelquefois formée d'une seule pièce, ou mieux de pièces soudées en cercle, et dite alors. *corolle monopétale* ou *gamopétale;* d'autres fois *polypétale*, c'est à dire composée d'un nombre plus ou moins considérable de pièces distinctes, qui portent chacune le nom de *pétale.*

8° Le *calice,* ou l'enveloppe la plus extérieure de la fleur, de nature foliacée, ordinairement vert, composé d'une seule pièce ou de pièces soudées, et dans ce cas nommé *monosépale* ou *gamosépale*, ou formé de plusieurs pièces distinctes, qui sont nommées *sépales*, il est appelé alors *polysépale.*

9° Le *fruit,* c'est à dire l'*ovaire* développé et renfermant les graines fécondées, est formé par le *péricarpe* et les *graines.*

10° Le *péricarpe*, de forme, de consistance très variées, est l'ovaire développé et accru, dans lequel étaient contenus les ovules, qui sont devenus les graines. Il se compose de trois parties, savoir : l'*épicarpe*, ou membrane extérieure qui définit la forme du fruit; l'*endocarpe*, ou membrane qui revêt sa cavité intérieure simple ou multiple; enfin une partie parenchymateuse située et contenue entre ces deux membranes, et qu'on nomme *sarcocarpe.* Le sarcocarpe est surtout très développé dans les fruits charnus.

11° Les *graines* contenues dans un *péricarpe* y sont attachées au moyen d'un support particulier, formé des vaisseaux qui leur apportent la nourriture; ce support est le *trophosperme* ou *placenta.* Le point de la surface de la graine où s'attache le *trophosperme* se nomme *hile* ou ombilic.

Quelquefois le *trophosperme*, au lieu de cesser au pourtour du *hile,* se prolonge plus ou moins sur la graine, au point de la recouvrir même entièrement. C'est à ce prolongement particulier qu'on a donné le nom d'*arille.*

La graine se compose essentiellement de deux parties distinctes: l'*épisperme* et l'*amande.*

12° L'*épisperme* est la membrane ou le tégument propre qui recouvre la graine.

13° L'*amande* est le corps contenu dans l'*épisperme.*

14° L'*amande* est composée essentiellement de l'*embryon*, c'est à dire de cette partie qui, mise dans des circonstances convenables, tend à se développer et à produire un végétal parfaitement semblable à celui qui lui a donné naissance.

15° Outre l'*embryon*, l'*amande* contient encore quelquefois un corps particulier de nature et de consistance variées, sur lequel est appliqué l'*embryon*, ou dans l'intérieur duquel il est entièrement caché; ce corps a reçu les noms d'*endosperme*, de *périsperme* et d'*albumen.*

16° L'*embryon* est la partie essentielle du végétal; c'est pour concourir à sa formation et à son perfectionnement que tous les autres organes des végétaux paraissent avoir été créés. Il est formé de trois parties : l'une inférieure ou corps *radiculaire;* c'est celle qui, dans la germination, donne naissance à la racine : l'autre, supérieure, est la *gemmule;* c'est celle qui, en se développant, produit la tige, les feuilles et les autres parties qui doivent végéter à l'extérieur : enfin une partie intermédiaire et latérale, qui est le corps *cotylédonaire*, simple ou divisé en deux parties nommées *cotylédons.* De là, la division des végétaux pourvus d'embryon en deux grandes classes : les *Monocotylédons*, ou ceux dont l'*embryon* n'a qu'un seul *cotylédon;* et les *Dicotylédons,* ou ceux dont l'*embryon* présente deux *cotylédons.*

Division des Végétaux en Monocotylédons et Dicotylédons.

Telle est l'organisation la plus générale et la plus complète des végétaux. Mais on ne doit pas s'attendre à trouver toujours réunies sur la même plante les différentes parties que nous venons d'énumérer rapidement; plusieurs d'entre elles manquent très souvent sur le même végétal. C'est ainsi, par exemple, que la tige

est quelquefois si peu développée, qu'elle paraît ne point exister, comme dans le *plantain*, la *primevère;* que les feuilles n'existent pas du tout dans le *cuscute;* qu'on ne trouve pas de corolle dans les *Monocotylédons,* c'est à dire qu'il n'existe alors qu'une seule enveloppe autour des organes sexuels; que cette seule enveloppe disparaît quelquefois, comme dans le *saule*, etc.; que souvent encore la fleur ne renferme que l'un des deux organes sexuels, comme dans le *coudrier*, où les étamines et les pistils sont contenus dans des fleurs distinctes; ou enfin que les deux organes sexuels disparaissent quelquefois entièrement, et la fleur alors est dite *neutre*, comme dans la boule-de-neige (*viburnum opulus*), l'*hortensia*, etc.

Cependant, dans les différens cas que nous venons de citer, cette absence de certains organes n'est qu'accidentelle, et n'influe pas d'une manière marquée sur le reste de l'organisation; en sorte que ceux de ces végétaux dans lesquels ces organes manquent ne s'éloignent point sensiblement, ni dans leurs caractères extérieurs, ni dans leur mode de végétation et de reproduction, de ceux qui les possèdent tous.

Distinct. des Végétaux Phanérogames et Cryptogames.

Mais il est d'autres végétaux qui, par la privation constante des organes sexuels, par leurs formes extérieures, la manière dont ils végètent et se reproduisent, s'éloignent tellement des autres plantes connues, que de tout temps ils en ont été séparés pour former une classe à part. C'est à ces végétaux que Linné a donné le nom de *Cryptogames,* c'est-à-dire de plantes à organes sexuels cachés ou invisibles, pour les distinguer des autres végétaux connus, dont les organes sexuels sont apparens, et qui avaient reçu pour cette raison le nom de *Phanérogames*.

Les plantes *cryptogames* sont fort nombreuses; elles constituent environ la septième ou huitième partie des soixante à quatre-vingt mille végétaux connus aujourd'hui.

Comme elles sont dépourvues de graines, et par conséquent d'embryon et de cotylédons, on les appelle aussi *Inembryonées* ou *Acotylédones*. On arrive donc ainsi à trouver dans les végétaux trois grandes divisions fondamentales, tirées de l'embryon, savoir :

1° Les *Inembryonés* ou *Acotylédons*, c'est-à-dire les plantes dans lesquelles on n'observe ni fleurs proprement dites, ni par conséquent d'embryon et de cotylédons; tels sont les *Fougères*, les *Mousses*, les *Hépatiques*, les *Lichens*, les *Champignons*, etc.

Les *Embryonés* ou *Phanérogames*, plantes pourvues de fleurs bien évidentes, de graines et d'embryon. On les distingue en :

2° *Monocotylédons*, ou celles dont le corps cotylédonaire est d'une seule pièce, et développe une seule feuille par la germination; tels sont les *Graminées*, les *Palmiers*, les *Liliacées*, etc.

3° Et en *Dicotylédons*, ou celles dont l'embryon offrant deux cotylédons développe deux feuilles séminales par la germination ; par exemple : les *Chênes*, les *Ormes*, les *Labiées*, les *Crucifères*, etc. Le nombre des végétaux *dicotylédons* est plus considérable que celui des *acotylédons* et des *monocotylédons* réunis.

Telles sont les grandes divisions fondamentales établies dans le règne végétal. Nous avons cru devoir les exposer ici en abrégé, et en donner une idée succincte, parce que, dans le cours de cet ouvrage, nous serons fréquemment obligé d'employer les noms d'*Acotylédons*, de *Monocotylédons* et de *Dicotylédons*, qui, s'ils n'eussent point été définis d'abord, eussent nécessairement arrêté l'ordre naturel des idées.

C'est ici que nous sommes forcé de convenir que la marche des sciences naturelles n'est point aussi rigoureuse que celle des sciences physiques et mathématiques. On ne peut pas toujours, dans l'exposition des faits et des notions fondamentales qui appartiennent à l'histoire naturelle, procéder strictement du connu à l'inconnu. Il est souvent impossible d'éviter de passer par certaines idées intermédiaires non encore définies, et de supposer dans ceux pour lesquels on écrit des connaissances qu'heureusement ils possèdent presque toujours.

Nous avons, autant que possible, cherché à remédier à cet inconvénient dans l'exposition de ces notions élémentaires. Nous nous sommes efforcé d'exposer les faits dans leur dernier degré de simplicité, afin que ceux mêmes qui n'ont encore aucune connaissance de cette science pussent aisément suivre le développement successif dans lequel nous allons entrer au sujet des différens organes des végétaux.

PREMIÈRE PARTIE.

ORGANOGRAPHIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

Le nom d'*Organographie*, comme nous venons de le dire tout à l'heure, s'applique à cette partie de la Botanique qui s'occupe de nous faire connaître les divers organes dont la plante se compose, leur structure, et les modifications variées que chacun d'eux peut présenter. Et comme il nous a paru plus convenable, dans l'ordre rationnel que nous suivrons pour décrire successivement les organes, d'indiquer à la suite de chacun d'eux leurs usages et la part qu'ils prennent aux diverses fonctions de la vie végétale, nous réunissons dans cette première partie la *Physiologie végétale* à l'Organographie.

Avant de parler des organes en particulier, voyons à nous occuper d'abord de leur anatomie en général, c'est à dire à faire connaître les parties ou tissus élémentaires dont ils sont toujours composés.

PARTIES ÉLÉMENTAIRES DES VÉGÉTAUX OU ANATOMIE VÉGÉTALE.

L'organisation première des végétaux est beaucoup plus simple que celle des animaux, et c'est là sans contredit l'une des causes principales des différences qu'on remarque entre ces deux classes des corps organisés. En effet, tandis que dans les animaux quatre tissus élémentaires, de nature et de propriétés très différentes, se combinent de manière à former les diverses parties qui les composent, on n'en trouve qu'un seul qui soit la base de l'organisation végétale.

Lorsqu'on examine l'organisation intérieure d'un végétal à l'œil nu, ou mieux encore à l'œil aidé d'une forte loupe ou du microscope, on voit qu'il se compose 1° de cellules à parois minces et dia-

Trois modifications du Tissu élémentaire.

phanes, d'une petitesse extrême, d'une forme variable, tantôt régulière, tantôt irrégulière ; 2° de tubes courts, terminés en pointe à leurs deux extrémités ; 3° enfin de vaisseaux cylindriques ou anguleux, épars ou réunis en faisceaux. Telles sont les trois formes principales sous lesquelles se présentent les parties élémentaires qui entrent dans la composition des végétaux, et auxquelles on a donné les noms de *tissu cellulaire*, de *tissu fibreux* ou *ligneux*, et de *tissu vasculaire*. Ces trois tissus, qui au premier abord paraissent fort différens l'un de l'autre, ne sont cependant que des modifications d'un seul et même organe, l'*utricule* ou *vésicule végétale*. C'est elle qui, par les variations qu'elle subit, sans néanmoins changer de nature, est la base, le point de départ de toutes les modifications qu'on observe dans les parties élémentaires dont se composent les végétaux. L'utricule est donc pour le règne végétal ce qu'est la forme primitive pour les minéraux. Néanmoins, nous allons traiter séparément des trois formes principales du tissu élémentaire, c'est à dire du tissu utriculaire, du tissu ligneux et des vaisseaux.

L'Utricule est l'organe fondamental des plantes.

SECTION PREMIÈRE.

DU TISSU UTRICULAIRE.

Tissu utriculaire.

Le tissu utriculaire a été aussi et est encore désigné aujourd'hui par plusieurs anatomistes sous les noms de *tissu cellulaire*, *tissu vésiculaire*, etc. C'est lui qu'on peut considérer à juste titre comme la base de l'organisation végétale. Non seulement en effet il entre dans la composition de toutes les parties de la plante, dont quelques unes même en sont entièrement formées ; mais, comme nous le montrerons par la suite, il est l'origine, le point de départ de toutes les autres modifications du tissu élémentaire qui constituent les organes des végétaux.

Il se compose d'utricules arrondies d'abord libres.

Examiné avec des moyens amplifians capables d'en bien faire reconnaître la structure, ce tissu se montre composé d'utricules ou de vésicules d'une extrême ténuité, de forme variable, et soudées intimement les unes avec les autres, de manière à former une masse continue. C'est par suite de cette soudure des utricules entre elles que pendant long-temps on a considéré le tissu cellulaire comme

formant une masse que l'on a comparée tour à tour, soit à une éponge, soit à la mousse qui s'élève à la surface de l'eau de savon agitée ou des liqueurs alcooliques en fermentation, ou à une masse continue dans laquelle des vacuoles ou cellules auraient été creusées. Mais il est reconnu aujourd'hui, et admis par la généralité des phytotomistes, que le tissu utriculaire se compose de petits corps vésiculaires à parois extrêmement minces, unis et soudés entre eux. Cette structure avait déjà été parfaitement indiquée par Malpighi dans son anatomie des plantes, qui se sert du nom d'*utricules* pour exprimer les parties constituantes du tissu cellulaire. Sprengel en 1802, MM. Link, Dutrochet, et un grand nombre d'autres botanistes, ont mis cette vérité dans tout son jour. D'abord cette séparation des utricules se fait quelquefois naturellement dans l'intérieur de quelques organes parenchymateux, dont l'accroissement a été très rapide. Mais on peut l'obtenir très facilement, soit en faisant bouillir pendant quelques minutes le tissu utriculaire dans de l'acide nitrique, soit tout simplement dans de l'eau pure. On voit alors les diverses parties constituantes du tissu végétal se séparer les unes des autres et se montrer avec leur forme première.

Pour bien faire connaître le tissu utriculaire, nous allons examiner successivement : 1° La forme des utricules; 2° La nature de leurs parois; 3° Les moyens de communication des utricules entre elles; 4° Les matières qu'elles contiennent; 5° Enfin leur mode de développement et de multiplication.

§ 1. *Forme des utricules.*

La forme des utricules est très variable. Originairement, c'est à dire dans les végétaux ou les organes des végétaux, à la première période de leur développement, elle approche plus ou moins de la globuleuse (Pl. 1, fig. 1). Mais il est rare qu'elle se conserve longtemps dans cet état. Par suite de leur multiplication et des pressions variées auxquelles les utricules sont soumises, cette forme primitive est singulièrement modifiée. Ainsi elle devient plus ou moins anguleuse ou polyédrique. Dans le plus grand nombre des cas, chaque utricule présente une forme dodécaédrique, de sorte que la coupe

Leur forme est variable.

d'une masse de tissu utriculaire offre un grand nombre de petites cavités hexaédriques (Pl. 1, fig. 2), et par cela même quelque ressemblance avec un gâteau d'alvéoles d'abeilles (Fig. I). Rarement cette forme est parfaitement régulière, quoiqu'on l'observe quelquefois, quand la masse de tissu utriculaire a été exposée à des pressions à peu près égales dans tous les sens. Mais le plus ordinairement chaque utricule, bien que conservant sur la coupe transversale la forme hexagonale, est plus ou moins irrégulière, parce qu'une ou plusieurs de ses faces ont pris un développement plus considérable aux dépens des autres. Cette inégalité est quelquefois tellement marquée, qu'il est assez difficile au premier abord de reconnaître la forme hexagonale. Dans ces pressions inégales, il n'est pas rare de voir les utricules perdre successivement un de leurs côtés et offrir une coupe pentagonale, ou même à quatre côtés seulement.

Fig. I.

Cellules alongées.

Les cellules ont parfois une forme plus ou moins alongée : on peut alors les comparer à de petits prismes à six, à cinq ou à quatre pans (Pl. 1, fig. 3), tronqués carrément à leurs deux extrémités.

Cellules irrégulières.

Enfin, il y a des utricules dont la forme est très irrégulière et très anomale. Telles sont celles qu'on observe au dessous de l'épiderme de la face inférieure d'un assez grand nombre de feuilles. Elles semblent être, par leur forme anomale, le résultat de la soudure de plusieurs cellules entre elles, mais dont les cloisons ont complètement disparu. Ainsi, dans les feuilles du lis blanc (*lilium candidum*), on voit, quand on enlève l'épiderme de la face inférieure, une couche d'utricules offrant de chaque côté des parties arrondies et saillantes, séparées par des sinus obtus et rentrans. Ces parties saillantes se touchent ordinairement par leurs extrémités avec celles des cellules contiguës, et forment ainsi des espaces arrondis et vides. Dans le nénuphar jaune (*nuphar lutea*), ainsi que l'a bien observé et figuré M. Ad. Brongniart dans son mémoire sur la structure des feuilles, ces utricules sont rameuses, cylindracées, anastomosées, et forment une sorte de parenchyme à larges mailles, laissant de très grands espaces vides entre elles. Nous reviendrons sur cette singulière organisation, quand nous traiterons

en son lieu de la structure intime des feuilles. Seulement nous ferons remarquer ici en passant que ces cellules anomales ne sont probablement qu'une réunion de plusieurs utricules unies entre elles.

Les utricules sont quelquefois disposées sans ordre ; mais le plus souvent cependant, en se superposant régulièrement les unes au dessus des autres, elles forment des séries longitudinales. Cette disposition s'observe plus spécialement dans les plantes monocotylédonées, et particulièrement dans le tissu utriculaire qui forme la masse de la tige, et au milieu duquel sont épars les faisceaux vasculaires.

Méats intercellulaires.

Assez souvent les utricules de deux ou plusieurs séries contiguës, ne se touchant pas par tous les points de leur surface extérieure, laissent là un petit espace vide dont la continuité constitue ce que l'on a nommé *espaces*, *méats* ou *conduits intercellulaires*. Quelques auteurs en ont nié l'existence, et en effet ils ne sont pas toujours très apparens, les parois des cellules contiguës se touchant presque complètement par tous les points, et ne laissant entre elles que des vides presque imperceptibles. Mais ils sont d'autres fois très apparens. Ainsi, lorsque les utricules ont une forme qui approche plus ou moins de la globuleuse, on comprend qu'elles ne peuvent se toucher que par un certain nombre de points, et que par conséquent elles doivent, par leur réunion, laisser d'assez grands espaces vides. Ces espaces vides ou méats existent également lorsque les utricules ont une forme anguleuse et polyédrique. Leur forme est très variable. Ils sont quelquefois à trois ou à un plus grand nombre d'angles ; d'autres fois au contraire ils sont tout à fait irréguliers. Les méats contiennent souvent de l'air, ce que l'on reconnaît facilement à la manière obscure dont ils se dessinent sur les tranches minces de tissu cellulaire qu'on soumet à l'observation du microscope. Cette opinion est confirmée par les observations de M. Amici, qui remarque que les grands pores ou stomates de l'épiderme, qui ne livrent passage qu'à de l'air, correspondent toujours à l'un de ces espaces ou méats intercellulaires. Selon le même observateur, quand le tissu cellulaire est trop serré pour laisser entre ses utricules des méats, les pores corticaux manquent également.

Mais quelques physiologistes, M. Kieser entre autres, font jouer aux petits canaux formés par les espaces intercellulaires un rôle

bien plus important dans les phénomènes de la nutrition. Selon eux, en effet, ils seraient les véritables conduits de la sève. Nous reviendrons sur cette opinion quand nous parlerons de la marche de la sève en traitant de la nutrition dans les végétaux.

Rayons médullaires.

Il y a encore une autre modification des utricules que nous devons mentionner ici, ce sont celles qui forment les rayons ou prolongemens médullaires, c'est à dire les lignes qui, sur une coupe transversale d'une tige ligneuse de dicotylédon, partent du centre vers la circonférence. Leurs utricules sont alongées dans le sens transversal, et attachées carrément les unes à la suite des autres. Du reste, la structure de leurs parois est parfaitement simple. Nous reviendrons avec plus de détails sur ces organes, quand nous traiterons de la structure de la tige.

§ 2. *Nature de la membrane qui forme les utricules.*

Nature de la membrane.

Notre intention n'est pas de discuter ici sur la nature intime de la membrane des utricules, et de dire avec les uns que cette membrane est formée de fibres intimement soudées, et avec les autres qu'elle se compose de molécules disposées en spirale. Nous nous bornerons à exposer ici les notions qui peuvent être vérifiées par le secours de nos sens, et non les idées plus ou moins ingénieuses, mais le plus souvent spéculatives, qui ont été émises par les différens phytotomistes.

Elle est mince et incolore.

La membrane qui forme les utricules est ordinairement très mince, parfaitement incolore et transparente. Quand le tissu utriculaire paraît coloré, cette coloration dépend des matières contenues dans l'intérieur des vésicules; car, nous le répétons, celles-ci ont constamment leurs parois hyalines et incolores. Quand le tissu cellulaire est réuni en masse, chacune des petites lamelles ou cloisons, qui sépare deux utricules contiguës, est formée de deux feuillets intimement unis, puisque, comme nous l'avons dit précédemment, le tissu cellulaire se compose de petits corps vésiculaires soudés entre eux.

Prétendus pores et fentes de la membrane.

Quoique, dans le plus grand nombre des cas, la membrane qui forme les parois des utricules paraisse parfaitement simple et transparente comme une lame mince d'un verre incolore, cepen-

dant on voit quelquefois des utricules qui semblent présenter des pores et des fentes. L'existence de ces pores et de ces fentes a été l'objet de nombreuses contestations de la part de ceux qui se sont occupés de l'anatomie des végétaux. M. de Mirbel, et plus récemment M. Amici, sont les observateurs qui ont le plus soutenu l'existence de ces ouvertures, non seulement pour le tissu utriculaire, mais pour les vaisseaux. Cependant il ne paraît pas que cette opinion soit bien rigoureusement fondée, car la plupart des phytotomistes la rejettent, et l'observation directe des faits ne la confirme pas. Plusieurs causes ont pu souvent en imposer aux observateurs, et leur faire croire à l'existence de pores, c'est à dire de perforations complètes dans les parois des utricules. Ainsi il arrive assez souvent que la face interne des cellules porte des granules extrêmement fins et transparens de fécule, qui auront pu dans certaines circonstances en imposer (Pl. 1, fig. 3). Et en effet, ces corps, à cause de leur forme très souvent sphérique et de leur transparence, concentrant dans leur milieu les rayons lumineux, montrent un point très éclairé entouré d'une partie circulaire plus obscure. Le point lumineux a été pris pour un trou et la partie qui l'environne pour un bourrelet saillant. Il existe encore une autre cause d'erreur. J'ai eu plusieurs fois occasion d'observer que le tissu utriculaire, qui touche les tubes ou vaisseaux désignés sous les noms de vaisseaux *poreux* ou *ponctués*, offrait bien souvent des ponctuations qu'au premier abord on est quelquefois tenté de considérer comme des pores; mais un examen attentif m'a fait voir que ces ponctuations n'étaient que des empreintes résultant du contact du tissu cellulaire avec les vaisseaux ponctués, et ne présentaient aucune porosité.

Opinion de MM. Mirbel et Amici.

Mais les deux cas que nous venons de citer ne sont pas ceux dans lesquels on a cru le plus à des fentes et à des pores. On voit, comme nous l'avons dit précédemment, des utricules qui offrent l'apparence de fentes (Pl. 1, fig. 5) ou de pores (Id. fig. 4), c'est à dire dont les parois sont traversées par des *lignes* transversales plus claires et plus diaphanes, ou par des *points* présentant les mêmes caractères et disposés de la même manière. C'est dans ce cas surtout qu'on a admis des ouvertures linéaires ou ponctiformes. M. Mohl en a présenté de nombreuses figures dans son Mémoire

Opinion de M. Mohl.

sur les pores des tissus végétaux et dans son Anatomie des Palmiers et des Fougères. Cet habile observateur a bien mieux fait connaître l'organisation de ces cellules, ainsi que nous l'expliquerons plus loin, en traitant des prétendues fentes et des pores des vaisseaux. Pour le moment, nous nous contenterons de dire que la membrane des utricules n'est pas perforée, et que ces lignes transversales et ces points ne sont dus qu'à un amincissement de la paroi interne de la membrane, amincissement qui laisse toujours intacte sa partie la plus extérieure. La figure 4 A de la planche première représente une cellule à enfoncemens ponctiformes, coupée de manière à laisser voir ces enfoncemens qui forment comme autant de petites niches.

Ainsi la membrane qui constitue l'utricule peut être parfaitement continue et d'égale épaisseur dans tous ses points, ou bien offrir des parties amincies dont la forme linéaire ou ponctiforme l'a fait croire fendue ou poreuse.

Communication des utricules entre elles.

Quoi qu'il en soit, les cellules d'une masse tissulaire communiquent entre elles. C'est un fait incontestable, et que prouve la facilité avec laquelle les fluides aqueux s'élèvent dans l'intérieur d'un corps formé de tissu utriculaire. Si on ne peut admettre des pores visibles et appréciables, peut-on se ranger de l'opinion de Sprengel et de Rudolphi, qui ont dit qu'il existait dans le tissu cellulaire des fentes le plus souvent accidentelles, et que c'était par ces solutions de continuité que s'établissaient les communications entre les diverses parties du tissu utriculaire ? L'existence de ces fentes me paraît fort problématique et fort contestable. J'ai fait un grand nombre d'observations microscopiques, sur des plantes très variées, et jamais ces fentes ne se sont offertes à mes recherches. Je suis loin cependant de prétendre avoir tout vu et vérifié tous les faits. Ceux qui se sont occupés de recherches microscopiques sur les tissus végétaux savent combien souvent il devient difficile d'arriver au même résultat, même en se plaçant dans des circonstances qui paraissent identiques.

Par des fentes.

La non-existence de voies de communication appréciables à notre vue, même aidée des moyens amplifians qui sont à notre disposition, a dû faire admettre une opinion qui paraît en effet hors de doute, l'existence de pores intermoléculaires et invisibles. Toutes les

Par les pores invisibles.

membranes organiques en effet sont plus ou moins poreuses; de là leur perméabilité par l'eau, ou les autres fluides aériformes ou liquides. On admet donc généralement aujourd'hui, ainsi que Bernhardi l'avait déjà avancé, que c'est au moyen de ces pores intermoléculaires et invisibles que les utricules communiquent entre elles.

§ 3. *Des matières contenues dans les utricules.*

Les matières contenues dans les utricules sont assez variées, et souvent même elles diffèrent dans les mêmes parties aux diverses époques de la végétation où on les observe. Ces matières peuvent être des gaz, des liquides ou des solides.

Lorsqu'on examine le tissu cellulaire dans une plante ou un organe encore jeune, et qui n'a point encore acquis tous ses développemens, non seulement on trouve communément les parois des utricules un peu plus épaisses, mais encore leur cavité souvent remplie par un liquide aqueux qui n'est que de la sève. Si l'on prend une jeune branche de sureau ou d'une plante herbacée, la moelle qui occupe le centre de cette branche, et qui est uniquement formée de tissu cellulaire, est abreuvée d'un liquide qui remplit en grande partie ses diverses cavités. Petit à petit, et à mesure que les organes foliacés de la tige ou de la branche se développent, ces sucs aqueux disparaissent, les parois des utricules deviennent plus minces, et la moelle finit par former une masse spongieuse, sèche et légère, qui ne contient plus que de l'air dans ses cavités. Sève.

Indépendamment de la sève, on trouve encore quelques autres liquides dans les utricules du tissu cellulaire, observés dans les différentes parties du végétal. C'est ainsi qu'on y observe des huiles volatiles et particulièrement des huiles grasses. Ces dernières matières sont assez communes, par exemple, dans le tissu charnu du fruit de l'olivier, de quelques lauriers et cornouillers, mais spécialement dans les graines du chou, du navet et d'autres Crucifères; de l'amandier; du pin; du ricin et autres Euphorbiacées, etc., etc. Huiles grasses et volatiles.

La présence de l'air et des autres gaz qui peuvent se développer par suite de la nutrition est facile à vérifier par les observations Air.

microscopiques les plus faciles et les plus vulgaires. Un fragment même très mince de ce tissu, placé sur le porte-objet du microscope, montre ordinairement un très grand nombre de petites bulles opaques, correspondant chacune à la cavité d'une des utricules. Ces petites bulles sont formées par l'air ou les autres gaz renfermés dans ces cavités minimes, et qui se voient comme autant de petits points opaques. C'est même par cette opacité qu'on peut reconnaître que l'air est contenu dans les organes élémentaires et creux des tissus végétaux.

Parmi les matières solides contenues dans les utricules, nous trouvons : 1° la Chromule, ou matière colorante; 2° la Fécule ; 3° les Raphides et d'autres cristaux ; 4° les Biforines.

Chromule.

1° *Matière colorante ou Chromule.*—Ainsi que nous le savons déjà, le tissu cellulaire est parfaitement incolore, et les colorations qu'il présente assez souvent sont dues à des corps solides que les utricules contiennent dans leur intérieur. La couleur verte est la plus généralement répandue dans les végétaux, et pendant long-temps on l'a désignée sous le nom de *chlorophylle.* Si on examine, par exemple, le tissu cellulaire qui forme le parenchyme des feuilles, on aperçoit dans ses cavités des granules verts plus ou moins abondans, qui sont la cause de la coloration du tissu. Ces granules, soumis à l'observation du microscope, se montrent comme autant de petites vésicules ordinairement de forme globuleuse, dont les parois sont elles-mêmes incolores, mais dont l'intérieur est rempli par des granules verts d'une excessive ténuité. C'est là que s'arrête l'observation directe ; mais il n'est pas impossible que cette sorte d'emboîtement aille encore plus loin.

Si, au lieu du tissu cellulaire d'une feuille, on observe celui d'un pétale ou de tout autre organe diversement coloré, la matière colorante offre toujours la même apparence, c'est à dire des vésicules transparentes contenant des corpuscules dont la nuance seule est différente. Ces deux parties sont donc à distinguer dans la matière colorante des végétaux, à laquelle M. De Candolle a donné le nom de *chromule.*

La couleur blanche est produite par de l'air.

Quant à la coloration blanche que présentent les pétales ou les autres parties des plantes, elle dépend non pas de granules de

cette couleur, mais de l'air contenu dans leurs utricules, qui sont tout à fait dépourvues de chromule. C'est ce qui résulte d'expériences tentées à ce sujet par M. Dutrochet, qui a vu que des pétales blancs, placés sur l'eau et soumis à l'action de la machine pneumatique, perdaient leur couleur blanche opaque et devenaient transparens et incolores, parce que l'eau pénétrant dans leur tissu y remplaçait l'air.

Liquides colorés.

Il arrive quelquefois que, dans certaines parties colorées, on trouve dans le tissu cellulaire un liquide coloré. L'observation m'a fait voir que, dans le plus grand nombre des cas, la coloration du liquide n'est qu'accidentelle, et qu'elle a été produite par la macération des granules de chromule dans ce liquide, qui en a dissous la matière colorante.

Coloration des sucs propres.

Il ne faut pas confondre la coloration accidentelle des liquides dont nous venons de parler avec celle de quelques sucs propres qu'on rencontre dans un assez grand nombre de végétaux. Ces sucs *laiteux* doivent ordinairement leur coloration blanche, jaune ou rougeâtre, à des corpuscules excessivement fins qui nagent dans un liquide incolore, et dont la grosseur et les formes sont excessivement variables. C'est à l'aide de ces corpuscules suspendus et nageant dans le liquide, par lui-même incolore, que l'on a pu suivre le mouvement et la direction de ces fluides, dans les vaisseaux ou les cellules qui les contiennent.

Système nerveux des végétaux selon M. Dutrochet.

Devons-nous dire ici, en passant, qu'un très habile et très ingénieux expérimentateur, M. Dutrochet (*Mémoire sur l'anatomie de la sensitive*), a voulu faire jouer un rôle fort important aux corpuscules qui existent dans l'intérieur du tissu utriculaire, et quelquefois sur les parois des vaisseaux. Les ayant essayés, pour en connaître la nature, par les réactifs chimiques, il a vu que la matière qu'ils contenaient était concrescible par le moyen de l'acide nitrique, et qu'ensuite les alcalis la ramenaient à son état primitif. Or, c'est absolument de cette manière que la substance cérébrale des animaux se comporte avec les mêmes réactifs. Il arrive donc à cette conséquence, que cette matière verdâtre est un véritable système nerveux, ou plutôt en est les élémens épars; il les nomme *corpuscules nerveux*. Cette considération, dit-il, appuyée sur l'analogie de la nature chimique des

corpuscules globuleux, est encore fortifiée par l'observation de la structure intime du système nerveux de certains animaux. Ainsi, dans les Mollusques gastéropodes, la substance médullaire du cerveau est composée de cellules globuleuses agglomérées, sur les parois desquelles il existe une grande quantité de corpuscules globuleux ou ovoïdes, qui ne sont que de très petites cellules remplies de substance médullaire nerveuse. La similitude de cette organisation avec celle que nous venons d'indiquer dans les végétaux est parfaite, selon M. Dutrochet, et force à convenir que les végétaux sont pourvus d'un système nerveux.

Nous nous sommes contenté d'exposer ici les opinions émises récemment par ce célèbre physiologiste : nous les examinerons plus en détail en parlant de la motilité des végétaux, après avoir étudié les fonctions des feuilles.

Fécule. 2° *Fécule*. La fécule existe dans un grand nombre de parties des végétaux, dans des racines, des tubercules souterrains, des tiges, des feuilles, des fruits, des graines, etc. Elle se montre sous la forme de vésicules parfaitement incolores et transparentes, d'une forme et d'une grosseur très variables, adhérentes ou libres à la face interne des utricules. C'est par leur incoloréité et leur volume ordinairement plus considérable, que les granules de fécule se distinguent de la chromule. Si l'on prend, par exemple, une tranche très mince d'un tubercule de pomme de terre, et qu'on l'examine au microscope, on voit les cellules du tissu qui forme la masse charnue du tubercule, remplies de corpuscules incolores d'un volume extrêmement variable, puisque les uns ont jusqu'à un dixième de millimètre, tandis que les autres ont à peine un centième ou un deux centième de millimètre. Parmi ces granules, les uns ont une forme globuleuse, les autres sont ovoïdes, alongés ou même anguleux, mais à angles mousses.

Ces globules se composent d'une membrane assez épaisse, parfaitement incolore, offrant quelquefois des stries disposées diversement. Ainsi, dans la pomme de terre, elles sont circulaires, et entourent un point que quelques auteurs considèrent comme un hile ou point d'attache. D'autres fois elles forment une sorte d'étoile, etc. Dans l'intérieur de cette membrane ou tégument, est une matière également transparente qui, par sa nature, se rapproche assez des

gommes, c'est à dire qui est soluble dans l'eau. Lorsqu'on ajoute une goutte de teinture d'iode sur ces grains de fécule tenus en suspension dans l'eau, ils prennent subitement une belle coloration bleue violacée. C'est à l'aide de ce réactif qu'il est facile de reconnaître la présence de la fécule dans les tissus des végétaux.

Raphides.

3° *Raphides*. On trouve dans le tissu cellulaire de la tige et de la racine d'un assez grand nombre de végétaux des corps très grêles, incolores, transparens, qui, sous la forme d'aiguilles, sont ordinairement groupés et réunis ensemble dans l'intérieur des utricules (Pl. 1, fig. 10). Ces corps ont été désignés par M. De Candolle sous le nom de *Raphides*. On a reconnu, comme Kieser (*Organ. des plant.*, p. 94 et 112) l'avait indiqué le premier, que les Raphides ne sont que des cristaux, soit d'oxalate, soit de phosphate de chaux, très alongés (Ib. fig. 10, A), mais où la forme est encore quelquefois très appréciable, en employant des grossissemens convenables. On les observe dans un grand nombre de végétaux très différens, appartenant aux Monocotylédons et aux Dicotylédons indistinctement.

Les Raphides sont insolubles dans l'eau, même bouillante, de même que dans l'alcool; mais elles se dissolvent et disparaissent avec facilité dans l'acide nitrique.

Cristaux rhomboédriques.

J'ai observé aussi dans quelques végétaux, et entre autres dans l'intérieur des utricules composant la tige du *Canna Indica*, des petits corps transparens, isolés, et épars sur les parois mêmes des utricules, ou réunis et groupés. Ces corps, qui ne sont solubles ni dans l'eau ni dans l'alcool, ont généralement la forme de tables rhomboédriques (Pl. 1, fig. 12). Ce sont évidemment des cristaux, peut-être de carbonate de chaux, à en juger du moins par leur forme.

Dans l'*Hedychium coronarium*, j'ai trouvé des cristaux de même forme, non plus minces et en tables, mais ayant des dimensions à peu près égales dans tous les sens.

Biforines.

4° *Biforines*. C'est entre les utricules des feuilles de plusieurs plantes de la famille des Aroïdées, et primitivement dans celles du chou caraïbe (*caladium esculentum*), que M. Turpin vient de découvrir un organe nouveau, auquel il a donné le nom de *biforines*. Quoique les Biforines n'existent pas dans l'intérieur même des utri-

cules, mais soient placées entre elles, nous croyons cependant devoir en parler ici, à cause de leurs rapports avec le tissu cellulaire et les raphides. Ce sont en effet des espèces d'utricules (Pl. 1, fig. 11), dont la grandeur est presque double de celles du tissu cellulaire environnant. Leur forme est celle d'un hexagone très alongé ; on l'a comparée d'autres fois à celle d'une navette ou d'un grain d'avoine. A chaque extrémité se trouve une ouverture dont les bords sont un peu épaissis. La première de ces vésicules en contient une seconde occupant à peu près le tiers de sa capacité, et dont les extrémités viennent rejoindre celles de la vésicule extérieure. La vésicule intérieure forme une sorte de boyau longitudinal contenant un grand nombre d'aiguilles cristallines d'une extrême ténuité. Sa couleur jaunâtre la distingue facilement de la vésicule extérieure. Les aiguilles qu'elle contient sont de véritables raphides. Observées sous l'eau, à une température de 20 à 25 degrés centrigrades, on voit bientôt sortir de leurs ouvertures, et par saccades ou décharges intermittentes, une partie des raphides qu'elles renferment. Après leur expulsion complète, le boyau ou la vésicule intérieure s'affaisse et ne présente plus que l'aspect d'un cordon flexueux.

§ 4. *Des Lacunes.*

Lacunes.

Avant de passer au développement du tissu cellulaire, nous devons dire quelques mots des *Lacunes*. On appelle ainsi des cavités accidentelles, qui se forment au milieu des organes composés de tissu cellulaire. Ces lacunes sont ordinairement le résultat de la déchirure et de la destruction partielles du tissu cellulaire. Ainsi on les trouve abondamment dans les tiges et les feuilles d'un grand nombre de végétaux qui vivent au voisinage des eaux, comme les carex, les joncs, les scirpes, les souchets, etc. La cavité qu'on observe dans l'intérieur de la tige des Graminées, des Ombellifères, et d'un grand nombre d'autres plantes herbacées, dont la
Dans les tiges.
croissance a été très rapide, est une véritable lacune. La moelle du noyer présente aussi un grand nombre de chambres superposées, séparées par des cloisons minces, auxquelles on doit également donner ce nom. Toutes les parties dans lesquelles on les ob-

serve ont d'abord été pleines et continues; c'est par suite de leur développement que ces cavités se sont formées à leur intérieur, par la destruction partielle du tissu cellulaire. La cavité des lacunes n'est pas tapissée par une membrane propre, mais par une sorte de membrane accidentelle, résultant de la condensation du tissu cellulaire, aux dépens duquel elle a été formée. Leur forme est très variable. Le plus souvent elle est tout à fait irrégulière. D'autres fois au contraire, quoique plus rarement, elle offre une régularité remarquable. Les lacunes généralement contiennent de l'air, quelquefois des sucs résineux.

Il y a une autre espèce de lacune qui a été décrite par M. Amici. Ce sont des espaces plus ou moins réguliers, qui ne sont pas formés par la destruction du tissu cellulaire, et dont les parois contiennent quelquefois des poils d'une structure particulière, disposés en houppes ou pinceaux. Le même observateur dit qu'on doit distinguer deux sortes de cavités aériennes : les unes ayant pour orifices les pores corticaux, communiquant avec l'air extérieur ; les autres, sans aucune communication externe. Ces dernières existent surtout dans les plantes qui manquent de tubes aériens. Lacunes garnies de poils

§ 5. *Du mode de formation et de développement du tissu utriculaire.*

C'est un phénomène fort digne de remarque et hors de toute contestation, que l'accroissement de la masse du tissu cellulaire par la multiplication des utricules qui le composent. Cette dernière cause est de toute évidence; sans contredit, c'est celle qui contribue le plus puissamment à cette augmentation de volume. Mais on doit reconnaître aussi qu'indépendamment de cette cause il en existe encore une autre; c'est l'expansion en tous sens des jeunes utricules, depuis le moment où elles commencent à se montrer jusqu'à celui de leur complet développement. Formation du tissu utriculaire.

Mais comment se fait cette multiplication des utricules? Diverses opinions, souvent fort différentes, ont été émises sur ce sujet ; et si aucune d'elles ne peut s'appliquer à expliquer tous les faits, c'est que la multiplication du tissu utriculaire, comme nous le montre-

rons bientôt, se fait de plusieurs manières tout à fait différentes.

Opinion de MM. Treviranus et Turpin.

Selon MM. Treviranus et Turpin, ce sont les granules contenus dans les utricules du tissu cellulaire qui sont les élémens de leur multiplication. Ces granules, colorés de diverses teintes, sont ceux que nous avons fait connaître précédemment sous le nom de *chromule*. M. Turpin, dans un mémoire publié dans le tome XII des Mémoires du Muséum, a de nouveau appelé l'attention sur ces corpuscules, et leur a donné le nom général de *globuline*. Chaque grain de globuline ou de chromule, comme nous l'avons dit précédemment, est une petite vésicule à parois diaphanes, contenant d'autres vésicules plus petites, que le même botaniste appelle *globulins*. Ce sont ces vésicules secondaires ou globulins, toujours selon M. Turpin, qui, en prenant de l'expansion, se gonflent, déchirent la membrane ou vésicule-mère qui les contenait, pour former chacun autant de nouvelles utricules. Plus tard, chacune de ces nouvelles cellules contenant de la globuline éprouve les mêmes changemens, de telle sorte que, par suite de cet emboîtement presque indéfini, le développement du tissu cellulaire n'a en quelque sorte pas de limites précises.

Globuline.

Dans l'épaisseur même des parois.

D'autres physiologistes admettent que c'est dans l'épaisseur même des parois des utricules que se développent celles qui viennent en augmenter le nombre. Aussi, selon eux, cet accroissement n'a-t-il lieu que tant que ces parois conservent une certaine épaisseur. On sait en effet que quand le tissu cellulaire est desséché, il n'est plus susceptible d'accroissement.

Le professeur Kieser voit la source de cette multiplication des vésicules dans ces globules si petits, que l'on trouve épars et nageant dans les fluides nutritifs des végétaux, et qui, après s'être fixés dans une place, s'y développent et forment de nouvelles cellules.

Recherches de M. de Mirbel.

Le beau travail que M. le professeur Mirbel a publié, en 1832, sur l'organisation du *marchantia*, tend à jeter un jour tout nouveau sur cette importante question. Pour arriver à un résultat plus certain, M. Mirbel a pris le *marchantia* strictement *ab ovo*, c'est à dire qu'il a suivi sa formation organique, depuis la graine ou séminule, jusqu'à son entier développement. Or, ces séminules de *marchantia* sont aussi simples que possible; ce sont autant d'utri-

cules membraneuses transparentes, remplies de globules jaunes. En les soumettant à la germination sur des lames de verre humides ou dans du sable très fin, elles se gonflent, deviennent sphériques, et leurs globules prennent une teinte verte ; peu à peu chaque utricule s'alonge dans un point de sa périphérie en un tube clos à son extrémité. Ce tube se renfle bientôt en une nouvelle utricule, émettant un autre tube, et ainsi de suite. Dans ces utricules nouvelles et souvent dans les tubes, on voit des granules verts. Il suit de là que chaque jeune individu représente une sorte de chapelet, ou de cordon noueux, souvent ramifié. Le nombre des utricules allant ainsi en croissant, il en résulte d'abord une masse amorphe, mais qui petit à petit prend l'apparence foliacée, que la plante adulte doit conserver. De cette observation nouvelle l'auteur déduit cette conclusion : Que ce n'est pas par l'alliance d'utricules d'abord libres que le tissu cellulaire du *marchantia* se produit, mais par la force génératrice d'une première utricule qui en engendre d'autres douées de la même propriété.

Si l'on suit avec attention ce développement du tissu cellulaire dans un grand nombre de végétaux, ou même d'organes différens, on reconnaît qu'il n'a pas toujours lieu de la même manière et qu'il peut être rapporté à trois modes ou à trois types distincts :

1° Les utricules nouvelles se forment à l'extérieur même des anciennes, par suite d'une force génératrice qui leur est propre. On appelle cette sorte d'accroissement *extra-utriculaire*, et le *marchantia*, dont nous venons de parler tout à l'heure, nous en a offert un exemple bien remarquable.

2° Tantôt c'est entre les utricules déjà existantes que la force génératrice agit, et les utricules nouvelles viennent s'interposer entre les plus anciennes, qu'elles tendent sans cesse à écarter et à éloigner les unes des autres. Ce second mode a reçu le nom d'accroissement *inter-utriculaire*.

3° Enfin il arrive parfois, sans que ce mode soit général, comme l'avaient cru MM. Turpin et Treviranus, que dans l'intérieur même d'une utricule s'en développent d'autres qui finissent par en déchirer les parois. On a donné à ce troisième mode le nom d'accroissement *intra-utriculaire*.

§ 6. *Tissu fibroso-utriculaire.*

Tissu fibroso-utriculaire.

Nous venons de décrire le tissu utriculaire dans son état de simplicité, nous pourrions presque dire de pureté, et tel qu'on le rencontre dans le plus grand nombre de cas. Mais il arrive aussi que les utricules, indépendamment de la membrane qui forme leurs parois, se composent encore d'une lame ou d'un filet roulé en spirale, continue ou interrompue. C'est à cette modification qu'on a donné les noms de tissu *fibroso-utriculaire*, *cellules fibreuses*, etc.

Cellules fibreuses.

Cette modification des utricules existe dans plusieurs parties des végétaux, comme les feuilles, les racines, la moelle et a été successivement signalée par un assez grand nombre d'auteurs. Mais c'est particulièrement le docteur Purkinje qui, dans sa dissertation spéciale sur les *cellules fibreuses* des anthères, a publié le plus grand nombre d'excellentes observations sur ce sujet. Il a fait voir que le tissu qui forme la face interne des anthères était, en grande partie, composé d'utricules de formes extrêmement variées, mais offrant ordinairement une lame mince, roulée de manière à former des dessins très divers.

Il contient une lame spirale.

Enfin M. Slack (*Trans. of soc. of arts, manuf., vol.* 46, et Ann. sc. nat. 1, p. 193) a présenté un assez grand nombre de modifications de ce singulier tissu, dont il a en même temps publié d'excellentes figures. La disposition de cette lame intérieure est fort variée ainsi que nous venons de le dire. Quelquefois elle est roulée en spirale, d'une manière plus ou moins régulière, de sorte que ces utricules ressemblent à des trachées extrêmement courtes. Cette première forme du tissu cellulaire fibreux est celle qu'on observe le plus fréquemment ; ainsi on la trouve dans la moelle du framboisier du Canada (*rubus odoratus*), dans les feuilles et les racines aériennes de plusieurs plantes de la famille des Orchidées (dans l'*epidendrum elatum* c'est ce tissu qui forme la couche épidermoïde blanche qui revêt les racines aériennes), dans le tégument propre de plusieurs graines, comme l'a fait voir M. Lindley, etc. Le plus souvent les tours de la spire sont assez éloignés les uns des autres, et par conséquent peu nombreux (Pl. 1, fig. 6); d'autres fois ils sont très rapprochés et par conséquent très multipliés (Pl. 1, fig. 7).

M. Slack a décrit et figuré des utricules dans lesquelles la lame spirale était évidente, mais où quelques points de la membrane pariétale en étaient dépourvus et semblaient au premier abord autant de trous : mais il a constaté que la membrane pariétale existait dans ces points, qui seulement n'étaient pas tapissés intérieurement par le fil spiral. Il arrive quelquefois aussi, comme l'ont montré MM. Purkinje et de Mirbel que, par les progrès de la végétation, la membrane qui forme l'utricule venant à disparaître, il ne reste plus que la lame spirale, qui représente alors une sorte de berceau à jour.

D'autres fois chaque utricule contient deux fils roulés en spirales contraires, de manière à former une sorte de réseau, dont les compartimens sont quadrilatères et presque réguliers. C'est ce que M. Lindley a observé dans le tégument de la graine du *Maurandia Barcleyana* (Pl. 1, fig. 8).

Enfin le fil spiral peut encore offrir quelques autres modifications, qui se rapprochent plus ou moins des deux précédentes.

Les belles observations de M. de Mirbel sur le développement des utricules (dans son Mémoire sur le *marchantia*) ont prouvé qu'originairement les utricules étaient simples et dépourvues de fil spiral ; et que ce n'était qu'à une certaine période de leur développement que la lame spirale commençait à se montrer à leur intérieur : nous reviendrons plus tard avec détail sur ce sujet important.

SECONDE SECTION.

DU TISSU FIBREUX.

Entre le tissu utriculaire proprement dit et les véritables vaisseaux, il existe une modification du tissu élémentaire qui sert à combler l'intervalle qui semble les séparer, et à n'en former que des modifications d'un seul et même élément anatomique. C'est cette modification que l'on a tour à tour désignée sous les noms de *tissu alongé*, de *prosenchyme*, de *tubilles*, de *tubes* ou *vaisseaux fibreux*, de *tissu ligneux*, de *clostres*, etc. Ce tissu tient évidemment le milieu entre l'utricule et le vaisseau. Il se compose de cellules très alongées ou de vaisseaux courts (Pl. 2, fig. 1), offrant pour caractère presque constant que leurs deux extrémi- Dénominations.

tés, au lieu d'être coupées transversalement ou carrément, sont toujours taillées obliquement, et par conséquent terminées en pointe. Ainsi leur peu de longueur les distingue des vaisseaux proprement dits, et l'obliquité de leurs deux extrémités les sépare des utricules. Quelquefois la pointe terminale est formée aux dépens d'un seul côté (Pl. 2, fig. 1); d'autres fois ce sont les deux côtés qui convergent insensiblement l'un vers l'autre (Pl. 2, fig. 4), et forment alors une pointe souvent très alongée. C'est dans ce cas que ces organes, présentant la forme d'un fuseau ou d'une navette extrêmement alongée, justifient le nom de *clostres* (qui en grec signifie fuseau) qui a été proposé par M. Dutrochet, mais qui n'a pas été généralement adopté. Les tubes fibreux ont une forme variable en raison des pressions auxquelles ils sont soumis, mais à peu près égale dans toute leur étendue. Ces organes sont placés bout à bout les uns au dessus des autres, de manière à former comme des fibres ou de longs vaisseaux, offrant des cloisons transversales et obliques. Toujours ils sont réunis en faisceaux plus ou moins épais.

Trois modifications.

D'après ce simple exposé, on voit qu'on pourrait à la rigueur établir trois modifications dans le tissu fibreux : 1° les *Utricules fibreuses* ou *Cellules alongées* (Pl. 1, fig. 1), qui par leur forme et leurs dimensions ressemblent tout à fait aux utricules du tissu cellulaire, dont elles diffèrent par l'obliquité de leurs extrémités et l'épaisseur de leurs parois; 2° les *Clostres* (Pl. 1, fig. 4) ou *Tubes fusiformes*, très distincts par leurs extrémités amincies en pointe aux dépens de chaque côté et leur forme de fuseau très alongé; 3° enfin les *Tubes fibreux*, égaux en diamètre dans toute leur longueur, et ayant leurs extrémités terminées en pointe oblique et unilatérale. Mais ces trois formes ne sont pas tellement distinctes que l'on ne puisse trouver facilement des intermédiaires de l'une à l'autre, souvent sur le même végétal et presque dans la même partie.

1° Utricules fibreuses.

2° Clostres.

3° Tubes fibreux.

Il forme le bois et le liber.

Le tissu fibreux forme la masse du bois dans les végétaux dicotylédonés; c'est au milieu de ce tissu que sont répandus les vaisseaux proprement dits. Il existe également dans chacun des faisceaux ligneux des végétaux monocotylédonés. C'est lui qui forme aussi les faisceaux du liber, c'est-à-dire de la partie la plus intérieure de l'écorce où il constitue une sorte de ré-

seau à mailles plus ou moins larges. Toutes les fibres textiles extraites des végétaux et qui servent à la fabrication des cordes et des toiles, et en particulier celles du chanvre, du lin, etc., sont formées par ce tissu, qui offre une force de résistance extrêmement considérable. Enfin on le trouve encore dans les pétioles et les nervures des feuilles, et dans tous les autres organes foliacés. C'est pour cette raison qu'on peut aussi extraire des feuilles de certains végétaux, comme le *Phormium tenax*, ou lin de la Nouvelle-Zélande, l'agave, etc., une matière textile qui ne le cède en rien à celle que fournit la partie corticale de la tige de quelques autres plantes. Nous reviendrons sur les dispositions variées de ce tissu, quand nous parlerons plus tard de la structure anatomique de ces divers organes.

L'organisation des tubes fibreux les fait distinguer très facilement des deux autres modifications principales du tissu élémentaire des plantes. Ainsi, si on les examine dans les faisceaux ligneux d'une jeune branche de l'année, ou dans les faisceaux corticaux qui constituent le liber, on voit que leurs parois sont transparentes, diaphanes, mais d'une épaisseur extrêmement considérable (Pl. 2, fig. 2-3). Aussi, lorsqu'ils sont coupés en travers, les reconnaît-on immédiatement à la ténuité de leur calibre intérieur, et au contraire à la grande épaisseur de leurs parois. Il arrive bien fréquemment aussi qu'en employant des grossissemens assez forts, on voit que leurs parois sont formées de plusieurs membranes superposées, intimement unies entre elles (Ib., fig. 3), mais dont on distingue encore la superposition par les zones concentriques que présente leur coupe transversale. Plusieurs auteurs pensent que ces diverses couches, qui forment en quelque sorte autant de tubes emboîtés les uns dans les autres, se sont ainsi formées successivement et par les progrès de la végétation. Nous ne partageons pas cette opinion; car nous avons trouvé, en examinant les tubes fibreux sur des branches excessivement jeunes, et presque dès le moment où ils commençaient à se distinguer des autres tissus, que déjà leur épaisseur était très considérable, et à peu près telle qu'on la voit plus tard. Il est vrai qu'à cette époque il est presque impossible, dans le plus grand nombre des cas, de distinguer plusieurs couches dans ces parois. Ce n'est que plus tard que cette Organisation.

distinction se manifeste; mais leur épaisseur est déjà très grande. Les vaisseaux fibreux paraissent être clos à leurs deux extrémités pointues. Cependant M. Slack assure leur avoir vu présenter quelquefois une très petite ouverture de communication.

Il offre les mêmes modifications que le tissu utriculaire.

On peut trouver dans les tubes fibreux les mêmes modifications que celles que nous avons signalées en parlant tout à l'heure des utricules. Ainsi, quoique généralement les parois soient parfaitement transparentes et sans addition d'aucune partie étrangère, cependant on en voit qui offrent soit des espèces de taches, soit comme des tubercules plus ou moins saillans, ainsi que M. Lindley l'a décrit et figuré dans l'*Oncidium altissimum*, soit une lame spirale diversement contournée, comme dans l'if (*Taxus baccata*, L.) (Pl. 2, fig. 9), soit enfin des points opaques ou des ponctuations transparentes, qui ont été considérées comme de véritables trous.

Tissu fibreux des Conifères.

Les fibres ligneuses des Conifères et des Cycadées sont les seules dans lesquelles plusieurs excellens observateurs croient à l'existence de véritables perforations. Lorsqu'au moyen du microscope on examine le tissu ligneux de ces arbres, on voit leurs tubes fibreux offrir des points transparens, tantôt arrondis, tantôt alongés, qui, au premier abord, paraissent entourés d'une sorte de bourrelet saillant et plus obscur (Pl. 2, fig. 6). Déjà Moldenhaver, dans son Anatomie des plantes, avait donné de très bonnes figures de cette disposition du tissu ligneux des Conifères. Depuis cette époque, le même sujet a été l'objet de recherches nombreuses, et en particulier de la part de MM. Kieser, Link, Brongniart et Mohl. Mais ces différens observateurs ne sont pas d'accord; les uns croyant à la perforation des corpuscules qu'on aperçoit à la surface des tubes ligneux dans ces deux familles; M. Mohl, au contraire, assurant que ces points ne sont nullement perforés. Selon ce dernier, en effet, les prétendus pores entourés d'un bourrelet, signalés dans les fibres ligneuses des Conifères, ne sont que des points où la membrane qui forme les tubes, et qui, comme on sait, a une épaisseur très notable, est subitement et abruptement amincie. Ce sont donc autant de petits enfoncemens ponctiformes où la membrane, quoique très mince, existe toujours extérieurement. Cette opinion a été adoptée et confirmée par les

observations plus récentes de M. Unger. Ce point d'organisation est sans contredit l'un des plus difficiles de l'anatomie végétale, et sur lequel les opinions des observateurs sont le moins concordantes. Pour tâcher de l'éclairer, nous nous sommes livré nous-même aux recherches les plus persévérantes et les plus variées sur ce sujet, et nous croyons que l'opinion de M. Mohl approche plus de la vérité, bien que nous ne soyons pas d'accord avec ce savant sur tous les points. Nous reviendrons avec plus de détail sur ce sujet, quand nous traiterons par la suite de l'organisation spéciale de la tige des Conifères.

TROISIEME SECTION.

DU TISSU VASCULAIRE.

Le tissu fibreux, que nous venons d'étudier précédemment, nous conduit tout naturellement aux vaisseaux proprement dits. Ce sont des tubes ou canaux à parois minces, plus ou moins alongés, simples ou rameux, isolés ou réunis en faisceaux, qu'on observe dans les différentes parties de la plante, dont ils sont un des principaux organes de la nutrition. Définition.

Ces vaisseaux présentent des différences notables dans l'organisation de leurs parois, dans leur position, et surtout dans les fluides qu'ils sont destinés à contenir. De là les diverses sortes de vaisseaux qui ont été établies par les auteurs qui se sont occupés de l'anatomie des végétaux. Mais, quand on suit le développement des vaisseaux dans toutes leurs périodes, on ne tarde pas à reconnaître que la plupart des distinctions admises par les physiologistes ne sont souvent que des modifications ou des états différens d'une même espèce, et que par conséquent on peut de beaucoup réduire le nombre de ces espèces, de manière à en simplifier l'étude et la description.

On peut admettre deux sortes principales de vaisseaux dans les plantes : 1° les *vaisseaux séveux* ou ceux qui contiennent un liquide, dont la nature varie ; 2° les *vaisseaux aériens* ou respiratoires, qui contiennent de l'air ou quelque autre gaz analogue. Sans doute cette division n'est pas à l'abri de tout reproche, Division en deux ordres.

elle a même l'inconvénient de trancher une question qui est encore aujourd'hui un sujet de discussion. Les trachées et leurs diverses modifications, que nous regardons comme les vaisseaux essentiellement aériens, peuvent, dans certaines circonstances, servir à la circulation de la sève, et par conséquent remplir une double fonction dans les phénomènes de la végétation. Mais néanmoins, en définitive, leur rôle principal et habituel, c'est de contenir de l'air qu'ils doivent porter dans les diverses parties pour y agir sur la sève et lui donner toutes les qualités dont elle a besoin pour servir à la nutrition du végétal.

Ainsi, sans attacher une trop grande importance à cette distinction, nous partagerons les vaisseaux en deux classes, savoir : les vaisseaux séveux et les vaisseaux aériens.

§ 1. *Vaisseaux séveux.*

Ce sont ceux qui contiennent soit la sève, et particulièrement la sève descendante, que l'on a désignée sous le nom de *latex*, nom emprunté à la langue latine; soit enfin les sucs propres.

Vaisseaux moniliformes ou en chapelet.

1° Doit-on placer parmi les vaisseaux ou rendre au tissu utriculaire les tubes que M. de Mirbel a désignés sous les noms de *vaisseaux moniliformes* ou *en chapelet?* Ce sont des séries d'utricules placées bout à bout les unes au dessus des autres, et formant ainsi des tubes simples ou rameux, présentant, à des distances assez rapprochées et presque égales, des rétrécissemens auxquels correspondent intérieurement des cloisons ou diaphragmes horizontaux. Il arrive assez souvent que ces cloisons finissent par disparaître, de manière que la cavité du tube soit simple intérieurement.

Il est évident que ces prétendus vaisseaux ne sont qu'une simple modification du tissu utriculaire, et un exemple de plus pour établir le passage entre ce tissu et les vaisseaux proprement dits. Car, lorsque les cloisons ont disparu, ces séries de cellules empilées les unes sur les autres forment réellement des tubes. Selon M. de Mirbel, on trouve principalement les vaisseaux en chapelet au point de jonction de la racine et de la tige et des branches. Il sont des-

tinés à faire communiquer les vaisseaux séveux de la tige avec ceux des branches.

2° *Vaisseaux latexifères.*

Ce sont les seuls vaisseaux séveux proprement dits, c'est à dire ceux dans lesquels circule la sève élaborée qui doit servir à la nutrition des diverses parties, et que M. Schultz de Berlin a plus particulièrement désignée sous le nom de *latex*. Les nombreuses et importantes recherches de ce savant, couronnées en 1833 par l'Académie des sciences de l'Institut, ont fixé les idées des phytotomistes sur ce point encore si obscur de l'anatomie des végétaux. Présentons ici, très en abrégé, les principaux résultats du travail du savant prussien, travail que nous regrettons beaucoup de ne connaître que par les extraits incomplets qui en ont été publiés en France. Vaisseaux latexifères.

Les *vaisseaux latexifères* ou *laticifères* sont des tubes complètement clos, à parois ordinairement minces et transparentes, sans aucune apparence de ponctuations ou de lignes transversales, cylindriques ou à peu près cylindriques quand ils sont isolés, prismatiques et anguleux quand ils sont réunis, à cause des pressions qu'ils exercent mutuellement les uns sur les autres. Ils sont ou simples ou rameux, et dans ce cas fréquemment anastomosés entre eux. Ces vaisseaux, selon M. Schultz, peuvent se présenter sous trois états différens, qui sont en quelque sorte autant de périodes successives de leur développement. Ce sont des tubes clos. Ils sont sous trois états :

A. Dans le premier degré, les vaisseaux du latex sont resserrés, contractés sur eux-mêmes, et leur calibre intérieur est tellement petit qu'il est à peine possible d'en constater l'existence. M. Schultz les a désignés sous le nom de vaisseaux du latex *en état de contraction*. Cependant on voit ordinairement quelques points de l'étendue de ces vaisseaux dilatés par l'accumulation du liquide nourricier qu'ils contiennent. 1° En état de contraction.

B. *Vaisseaux du latex en état d'expansion*. Gonflés par le suc qu'ils contiennent en abondance, les vaisseaux du latex, dans ce deuxième état, sont renflés, cylindriques, d'un calibre intérieur très appréciable et souvent même fort grand, mais variant dans 2° En état d'expansion.

les différens points de l'étendue d'un même vaisseau, suivant l'accumulation inégale des fluides contenus ; car, par suite d'une propriété contractile très manifeste, les parois du tube se resserrent à mesure que la quantité de liquide contenu diminue.

3° En état d'articulation.

C. Enfin, par suite de leur développement naturel, ces vaisseaux passent graduellement à *l'état d'articulation*. Les parties rétrécies se raccourcissent, se resserrent davantage, de manière à se réduire à des lignes transversales, et, l'articulation formée, les deux bouts en contact peuvent se détacher avec facilité. Cependant il existe toujours une communication entre les deux parties de l'articulation (Pl. 3, fig. 1).

Les vaisseaux du latex, tels que nous venons de les décrire, se distinguent des autres modifications du tissu organique des végétaux, par trois caractères principaux : 1° *la nature du suc* qu'ils charrient. Le latex est le fluide nourricier de la plante. Il contient constamment des globules opaques, qui lui donnent toujours un aspect trouble et coloré. 2° La membrane, parfaitement transparente, ne montre ni ligne, ni stries, ni lame, ni ponctuations. 3° Enfin ils sont *contractiles*, et, dans l'état d'articulation, ils se distinguent du tissu cellulaire alongé, parce qu'ils ne sont pas entièrement fermés et qu'il y a une communication appréciable à leurs extrémités.

La place qu'ils occupent.

Ces vaisseaux occupent une place différente, suivant qu'on les observe dans les végétaux monocotylédonés ou dicotylédonés. Dans les premiers, le bois des tiges est sous la forme de faisceaux vasculaires épars au milieu du tissu utriculaire qui en constitue la masse. Ces faisceaux se composent, en procédant de l'intérieur vers l'extérieur : 1° de vaisseaux aériens, c'est à dire de trachées ou de vaisseaux rayés ; 2° d'un faisceau de tubes latexifères ; 3° enfin tout à fait à l'extérieur, de tubes fibreux. Si au contraire nous les recherchons dans une tige dicotylédone, nous les trouverons tantôt se répandant isolément dans la masse du tissu utriculaire cortical, tantôt, et plus souvent, formant autour du corps ligneux une enveloppe continue ou des faisceaux, soit épars, soit rangés circulairement. On les observe encore dans toutes les autres parties des plantes où pénètrent les vaisseaux aériens, comme les pétioles, les feuilles, les péricarpes, etc. Selon

Dans les Monocotylédons.

Dans les Dicotylédons.

M. de Mirbel, ce seraient eux qui formeraient les faisceaux vasculaires, dont la réunion constitue le liber dans l'écorce des arbres ou plantes à deux cotylédons. Cependant telle ne paraît pas être l'opinion de M. Schultz. Et en effet, les faisceaux du liber sont composés de tubes courts ou de cellules alongées terminées en pointe à leurs deux extrémités, ayant des parois extrêmement épaisses ; et c'est au milieu de ce tissu qu'on aperçoit quelquefois de la manière la plus distincte les vaisseaux contenant le latex. Par conséquent ces vaisseaux latexifères ne doivent pas être confondus avec les tubes fibreux qui forment les faisceaux du liber. Dans les érables, par exemple, il est très facile de distinguer les vaisseaux latexifères, et de reconnaître qu'ils sont tout à fait différens des faisceaux du liber.

Quand nous traiterons de l'organisation des tiges, nous reviendrons encore sur les vaisseaux du latex, qui jouent un rôle si important dans les phénomènes de la nutrition.

3° *Vaisseaux propres.*

Les *Vaisseaux propres*, admis par la plupart des physiologistes, doivent-ils être distingués comme une espèce à part, ou faut-il, comme l'ont fait plusieurs auteurs, les confondre avec les vaisseaux latexifères? Nous pensons qu'il y a ici une distinction importante à établir. Sous le nom de *Vaisseaux propres*, on a confondu des organes fort différens, puisque l'on a donné ce nom à toutes les cavités contenant des sucs spéciaux, comme de la résine, des huiles, des liquides blancs, jaunes, rouges, etc. Ainsi Kieser, et plus tard M. de Mirbel, ont donné ce nom : 1° aux réservoirs qui, dans l'écorce des Conifères, contiennent le suc résineux. Ces résorvoirs ne sont véritablement que des lacunes, c'est à dire des cavités accidentelles, de forme variable, ordinairement cylindracées, droites ou fléchies, qui se sont développées dans la masse du tissu cellulaire par l'accumulation des sucs résineux. Ici évidemment il n'y a pas lieu à appliquer le nom de vaisseaux à ces *lacunes* vasiformes.

Vaisseaux propres.

On a confondu plusieurs parties sous ce nom.

Kieser admet d'autres vaisseaux propres, formés tout simplement par une dilatation des *espaces* ou *méats intercellulaires*, c'est à dire du vide laissé au point de réunion des angles des utri-

cules. Le suc propre, en s'y accumulant, les dilate et donne à ces espaces ou méats l'apparence de vaisseaux. Cette manière d'envisager les vaisseaux propres a été partagée par plusieurs botanistes et entre autres par MM. De Candolle et Lindley. C'est un point encore douteux pour nous que cette origine des vaisseaux du suc propre aux dépens des espaces intercellulaires. Et dans les nombreuses recherches auxquelles nous nous sommes livré, nous n'avons rien observé qui pût nous porter à admettre cette manière d'envisager ces vaisseaux. Nous devons même ajouter que, selon les mêmes auteurs, les vaisseaux latexifères de M. Schultz ne seraient autres que les méats intercellulaires plus dilatés. Sur ce point, nous ne sommes pas d'accord avec ces savans, et nous ne doutons pas que le grand travail de M. Schultz, qui nous est inconnu, n'ait levé en grande partie les incertitudes qui pouvaient encore exister sur ce point.

Enfin M. de Mirbel admet des vaisseaux propres grêles, réunis en faisceaux, et distribués avec plus ou moins de symétrie dans le tissu cellulaire de l'écorce, dans le chanvre par exemple, dans les asclépias. Ces vaisseaux nous paraissent être ceux qui constituent les faisceaux du liber, et que ce célèbre phytotomiste a plus tard assimilés, peut-être à tort, aux vaisseaux latexifères de M. Schultz.

De tout ceci il résulte que dans l'état présent de la science on ne peut pas admettre de véritables *Vaisseaux propres*, tels que ce mot était autrefois défini ; mais que les sucs propres sont contenus soit : 1° dans des espèces de réceptacles ou de réservoirs particuliers, qui ne sont que des cavités accidentelles, de véritables lacunes creusées dans l'épaisseur du tissu utriculaire, comme on l'observe pour les sucs résineux des Conifères; 2° dans un système spécial de vaisseaux, ramifiés et anastomosés entre eux, nommés *Vaisseaux laticifères*; tels sont les sucs propres gommo-résineux des Euphorbiacées, Urticées, Papavéracées, Campanulacées, etc., en un mot de toutes les familles naturelles de plantes contenant des sucs propres colorés.

Les premiers, c'est à dire les sucs résineux déposés dans des réservoirs ou lacunes accidentelles, nous paraissent des fluides excrémentitiels, produits de la végétation, mais servant peu à la nutrition générale de la plante. Les seconds, au contraire, circu-

lant dans des vaisseaux qui communiquent ensemble par de fréquentes anastomoses, semblent être le fluide réparateur qui doit porter et déposer dans les différens organes les matériaux de l'assimilation.

§ 2. *Vaisseaux aériens.*

Vaisseaux aériens.

Les trachées ou vaisseaux en spirale sont essentiellement les vaisseaux aériens des plantes, et représentent pour les végétaux les organes respiratoires des animaux. On rapporte aussi à la même classe les diverses espèces de vaisseaux que l'on a désignées sous les noms : 1° de fausses trachées, vaisseaux fendus, rayés ou scalariformes ; 2° V. réticulés ; 3° V. poreux ou ponctués.

Trachées.

I. *Des Trachées ou Vaisseaux en spirale.*

Grew (1682) et Malpighi (1686) connaissaient déjà très bien l'existence des trachées, qu'ils considéraient, à cause de leur forme et de leurs fonctions, comme les analogues des organes respiratoires de certains animaux.

Fig. II.

Spiricule.

Le caractère le plus saillant qui distingue cette espèce de vaisseau, c'est l'existence d'un corps filiforme, ou d'une lame étroite, mince et transparente, roulée en hélice ou en spirale (1) et dont les tours plus ou moins rapprochés, souvent même contigus, forment un tube cylindrique plus ou moins alongé. Nous proposons de désigner sous le nom de *spiricule* (*spiricula*) le corps diaphane qui se roule en spirale et qui forme le caractère distinctif de la trachée. On a beaucoup écrit sur la structure de ces vaisseaux; et comme ils jouent un rôle fort important dans les phénomènes nutritifs des plantes, nous entrerons dans quelques détails à leur égard.

1° Les trachées sont-elles composées de deux parties, à savoir d'un tube cylindrique et d'une lame spirale ou spiricule?

Le tube existe-t-il ?

L'existence du tube n'est pas toujours facile à démontrer.

[1] Ces vaisseaux ont une grande ressemblance avec les ressorts en fil de laiton qu'on met dans les bretelles et qui chacun représentent un tube par l'enroulement en spirale du fil et le rapprochement de ses tours.

Ainsi, quand les tours de la spire sont tellement rapprochés qu'ils sont exactement en contact, il devient presque impossible d'apercevoir aucune trace du tube membraneux. C'est dans ce cas que quelques auteurs ont dit d'une manière trop générale que la trachée n'était formée que par la lame spirale. Selon Kieser et M. Dutrochet, les tours de la lame roulée sont soudés par une membrane extrêmement mince placée entre eux, et qui se déchire avec la plus grande facilité. D'autres au contraire, et c'est Hedwig qui a surtout émis cette opinion, ont prétendu que le tube était intérieur et que la spiricule était roulée sur sa surface externe. Mais cette opinion a été bientôt abandonnée, parce qu'en effet on n'a jamais pu constater par l'observation directe l'existence de ce tube intérieur.

Quand les tours de la spire sont plus ou moins éloignés les uns des autres, on peut alors fort souvent reconnaître d'une manière positive l'existence du tube membraneux. Pour mon compte, je l'ai distingué et dessiné dans une foule de circonstances (Pl. 3, fig. 3 et 4), de manière à n'avoir aucun doute à cet égard. Ces observations me porteraient assez à croire à l'existence de ce tube, même dans les trachées à spires contiguës, bien qu'on ne puisse matériellement la constater.

Ce tube de la trachée est mince, parfaitement simple, transparent et sans aucune trace de corps étrangers quelconques. Il paraît peu résistant, est fort élastique, se déchire et disparaît avec la plus grande facilité.

Nature de la spiricule.

2° Quelle est la nature de la spiricule ou du corps filiforme roulé en spirale dans l'intérieur du tube? Les uns la considèrent comme une lame ou comme une fibre cylindrique et pleine ; les autres au contraire comme un tube extrêmement fin. Hedwig est encore celui qui a émis cette dernière opinion. Pour lui, la trachée se compose de deux tubes : 1° un tube intérieur et cylindrique qui contient de l'air, et que pour cette raison il nomme *pneumatophore*, et un tube excessivement délié, roulé en spirale sur sa face externe, qui contient de la sève et auquel il donne le nom de vaisseau *adducteur* ou *chylifère*. Cette manière d'envisager les trachées a été adoptée par Mustel et plus récemment encore par MM. Link (*Elem. philos. botan.*, p. 92) et Viviani de Gênes dans le traité d'Anatomie et de physiologie végétales, qu'il a

publié en 1832. M. de Mirbel (*Cours complet d'agric.*, *t.* 9, article *Elémens organ.*) ne paraît pas éloigné d'admettre cette opinion. Mais si l'on excepte ces auteurs, dont le témoignage a certainement un grand poids, aucun autre phytotomiste ne la partage.

En effet en employant des grossissemens convenables, il est facile dans le plus grand nombre des cas de reconnaître que le corps roulé en spirale est généralement une lame ou un corps plein cylindrique ou comprimé. Duhamel a donné une assez bonne idée, quoiqu'un peu grossière, d'une trachée, en disant qu'elle ressemblait à un ruban étroit qui aurait été roulé en spirale autour d'un bâton. **Elle est pleine.**

Il arrive quelquefois, comme l'a observé et représenté M. de Mirbel, que les bords de la spiricule sont un peu plus épais et comme en quelque sorte ourlés.

Cependant j'ai observé aussi assez souvent que quand le corps roulé était très étroit, au lieu d'être sous la forme d'une lame, il était à peu près cylindrique. Mais dans ce dernier cas, comme lorsqu'il est plane, je n'ai pu voir aucun canal dans son intérieur.

Fig. III.

La spiricule est quelquefois simple et indivise, d'autres fois elle est bifurquée et comme dichotome. Quand on la déroule de l'intérieur d'une trachée, chaque tour se compose de deux (Fig. III), de trois, quatre, cinq, et même souvent d'un très grand nombre de rubans réunis et soudés de manière à former un ruban composé. Cette dernière structure s'observe assez fréquemment dans les plantes monocotylédonées et en particulier dans le bananier. **Elle est simple ou divisée.**

Nous figurons ici (Pl. 3, f. 5) une trachée composée, que nous avons observée dans la tige de l'*Hedychium coronarium*. Elle se compose de dix tours de spire réunis, mais ce nombre varie dans la longueur du ruban composé qui se déroule; car, comme le fil spiral se ramifie, nous en avons compté jusqu'à douze et treize dans les différens points de cette trachée soumis à notre observation.

Quoique, dans le plus grand nombre des cas, la lame spirale se déroule avec une grande facilité, cependant il arrive quelquefois que les différens tours sont tellement unis entre eux qu'on ne peut les séparer. Ce sont alors des trachées à spires soudées. **Elle ne se déroule pas toujours.**

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, les trachées sont des tubes cylindriques, généralement simples, c'est à dire non ramifiés. Quelques auteurs ont même dit qu'elles ne se divisaient jamais. Mais quoique cette division soit rare, elle existe quelquefois, et tout récemment M. Brongniart en a publié un exemple (*Ann. sc. nat.* 1, p. 202, t. 7, f. 33) tiré des nervures des feuilles du potiron.

La lame spirale offre ordinairement une assez grande régularité dans tous les points de son étendue, et les tours de spire sont généralement espacés d'une manière à peu près égale. D'autres fois, au contraire, quoique plus rarement, on observe une inégalité marquée dans la manière dont la lame spirale est disposée dans l'intérieur du tube. Une de ces dispositions qui est fort remarquable, c'est que quelquefois la lame spirale, après avoir formé des spires continues, s'arrête, forme plusieurs anneaux complets et isolés les uns des autres, et continue ensuite à donner naissance à des spires. Nous en figurons ici (Pl. 3, f. 6) un exemple que nous avons observé dans les faisceaux ligneux de l'*Arundo donax*. Moldenhaver (*Anat.*, tab. 1, f. 3) et Slack (*Ann. sc. nat.* 1, t. 7, f. 20 et 21) en ont également publié des exemples. Cette modification pourrait prendre le nom de vaisseaux *spiro-annulaires*.

Vaisseaux spiro-annulaires.

Terminaison des trachées.

On n'a pendant long-temps rien eu de positif sur le mode de terminaison des trachées à leurs deux extrémités. C'est ainsi, par exemple, qu'on avait dit qu'elles se terminaient en utricules ou en tissu cellulaire. Mais on connaît aujourd'hui très positivement la forme de la trachée à ses deux extrémités. MM. Nees ab Esenbeck et Dutrochet sont les premiers qui aient levé nos doutes à cet égard. Cette terminaison a toujours une forme de cône, tantôt aigu, tantôt et plus souvent un peu émoussé (Pl. 3, f. 2).

Position des trachées.

Les vaisseaux spiraux ont une position déterminée dans les végétaux. Dans les Dicotylédons, on les trouve dans la tige et les branches, dans les parois du canal qui contient la moelle, et nulle part ailleurs dans la tige. Ainsi il n'en existe aucune trace ni dans le bois ni dans l'écorce. Mais ils existent également dans le pétiole et les nervures des feuilles, dans les calices, les pétales, les filets des étamines et les parois de l'ovaire. Dans les plantes monocotylédones, ils font partie des faisceaux vasculaires qui sont épars

dans le tissu cellulaire de la tige, ainsi que dans les autres parties où on les trouve dans les Dicotylédons.

On a cru long-temps que les racines en étaient dépourvues. Mais d'abord, dans un grand nombre de plantes dicotylédones, les racines, ayant un véritable canal médullaire, offrent des trachées très évidentes. On les a également observées dans des racines de plantes monocotylédones. Voyez plus loin ce que nous en disons en parlant de l'organisation de la racine. Elles existent dans les racines.

Les trachées ne sont jamais réunies en grand nombre à la fois, c'est à dire qu'elles ne constituent pas à elles seules des faisceaux. Le plus souvent elles sont solitaires, cependant on en trouve quelquefois plusieurs dans un même faisceau ligneux. Elles peuvent alors être très différentes les unes des autres, quant à leur volume et à la manière dont la lame spirale est enroulée.

Ainsi que nous l'avons dit déjà, il y a une telle analogie entre les différentes modifications du tissu organique, que l'on passe par des nuances insensibles de l'une à l'autre. Ainsi on trouve dans le tégument propre de quelques graines, des cellules alongées qui offrent absolument la même organisation que les trachées, dont elles ne diffèrent que par leur brièveté.

Les autres formes des vaisseaux aériens sont les vaisseaux réticulés, les vaisseaux rayés ou scalariformes, et les vaisseaux ponctués.

II. *Vaisseaux réticulés.*

Les vaisseaux réticulés (Pl. 3, f. 7) ne sont probablement qu'une simple modification des trachées. La lame intérieure, au lieu d'être roulée régulièrement et d'une manière continue, est interrompue dans quelques points, quelquefois ramifiée, et ses diverses parties anastomosées entre elles. On observe cette sorte de vaisseaux dans la tige de la balsamine. Moldenhaver en a donné de très bonnes figures (*Anat.* t. 3, fig. 1, 10, 11, 12; t. 6, fig. 9). Quelques auteurs paraissent avoir à tort confondu ces vaisseaux avec les vaisseaux rayés ou fausses trachées. Je les ai trouvés en très grande abondance dans la racine du coquelicot des jardins, et la figure que nous en donnons ici a été dessinée par nous dans cette plante. Vaisseaux réticulés. Dans les racines.

III. *Vaisseaux rayés.*

Vaisseaux rayés.

On les a aussi désignés sous les noms de *vaisseaux fendus*, *annulaires, fausses trachées* ou de *vaisseaux scalariformes,* etc. Ce sont des tubes cylindriques ou anguleux (Pl. 3, f. 8), simples, à parois diaphanes, qui offrent des lignes transversales ordinairement disposées d'une manière régulière les unes au dessus des autres, et dont la longueur est fort variable relativement au périmètre du tube. Lorsque ces lignes sont assez étendues et disposées bien régulièrement les unes au dessus des autres (Pl: 4, f. 9), on appelle plus spécialement ces vaisseaux *scalariformes;* cette disposition est excessivement fréquente dans la tige herbacée ou ligneuse, et dans le pétiole des feuilles des Fougères.

Leur position.

Ces vaisseaux existent dans les faisceaux ligneux de la tige des Monocotylédons, tantôt solitaires, tantôt réunis au nombre de deux à trois seulement : ils en occupent ordinairement la partie centrale. Ils sont aussi abondans dans les couches ligneuses des arbres dicotylédons, et sont placés au milieu des tubes fibreux qui constituent la masse du bois. Dans les Fougères, et spécialement dans les espèces ligneuses, ils forment par leur réunion des faisceaux quelquefois très considérables.

Les noms différens sous lesquels ces vaisseaux ont été désignés indiquent assez les idées diverses que les auteurs se sont faites sur leur nature. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point, quand nous aurons parlé des vaisseaux ponctués.

Ils se déroulent quelquefois en spirale.

Il arrive quelquefois que les vaisseaux rayés ou scalariformes se séparent en lanières roulées en spirale, comme les vraies trachées. Ces lanières se composent d'un nombre plus ou moins grand de ces enfoncemens linéaires qui forment le caractère spécial de cette sorte de vaisseaux. J'ai observé ce déroulement accidentel de ces vaisseaux, entre autres dans les faisceaux vasculaires d'une tige de fougère arborescente.

IV. *Vaisseaux ponctués.*

Vaisseaux ponctués.

Ce sont les vaisseaux *poreux* de quelques anatomistes, et en particulier de M. de Mirbel. Ils ressemblent tout à fait aux précédens,

dont ils ne diffèrent qu'en ce qu'au lieu de lignes transversales ils offrent simplement des ponctuations plus ou moins fines (Pl. 3, f. 10). Ces ponctuations sont ordinairement disposées avec une régularité plus ou moins grande, et en lignes transversales. Ordinairement ces lignes transversales sont interrompues par des espèces de bandes longitudinales qui n'offrent pas de ponctuations. Les vaisseaux ponctués ne sont qu'une très légère modification des vaisseaux rayés. Très souvent, on trouve ces deux modifications dans les différens points d'un même tube. Comme eux, on les trouve soit au milieu des faisceaux vasculaires de la tige des Monocotylédons, soit dans l'épaisseur des couches ligneuses dans les plantes dicotylédones. Ordinairement leur diamètre est extrêmement considérable, comparativement à celui des autres espèces de vaisseaux, et suffit pour les faire reconnaître (Pl. 4, f. 7, *a*).

Opinions sur la nature des ponctuations et des fentes.

Comme nous venons de le dire tout à l'heure, les auteurs d'anatomie végétale sont loin d'être d'accord sur la nature des vaisseaux rayés et des vaisseaux ponctués. Un très grand nombre d'anatomistes pensent que ces vaisseaux sont fendus ou percés. Quand on examine avec de très forts grossissemens un de ces vaisseaux, on est d'abord porté à admettre cette opinion. En effet, si c'est un vaisseau scalariforme par exemple, on croit voir autant de pertes de substances, étroites et alongées, ou de fentes, et qui paraissent telles parce que le point qu'elles occupent paraît encore plus diaphane que le tube lui-même, et que dans leur contour elles sont quelquefois environnées par une partie légèrement ombrée. Mais dans les coupes longitudinales et transversales de ces tubes, on parvient quelquefois, ce qui est fort difficile et exige un excellent microscope et de fortes lentilles, à apercevoir une membrane d'une extrême ténuité qui s'étend sans interruption d'une des lèvres à l'autre de chacune de ces prétendues fentes. C'est un fait que j'ai pu observer dans plusieurs circonstances avec assez de netteté pour le dessiner. Les belles recherches de M. Hugo Mohl mettent l'existence de cette membrane hors de doute. Selon cet habile observateur, il y a, dans les deux espèces de vaisseaux que nous avons nommés *rayés* et *ponctués*, une perte de substance d'une partie de l'épaisseur des parois, et qui n'atteint pas le feuillet le plus superficiel ou externe de ces vaisseaux. (Voyez Pl. 3, f. 11.)

D'autres anatomistes ont pensé que les lignes et les points étaient produits par des corps saillans, existant tantôt à la surface externe, tantôt et plus souvent à la surface interne des tubes. Cette opinion est celle qui avait prévalu parmi les phytotomistes, jusqu'à la publication des importans travaux de M. Hugo Mohl sur ce sujet. Parmi ceux qui l'avaient adoptée, les uns, comme MM. Link et Rudolphi, croyaient ces points produits par des grains de matière amylacée, attachés à la paroi interne des vaisseaux; M. Treviranus au contraire les regarde comme de jeunes cellules encore tout à fait à l'état rudimentaire, développées dans l'épaisseur même des parois et destinées à l'accroissement et à la multiplication du tissu organique.

Ces opinions nous paraissent tout à fait inadmissibles, et les auteurs qui les ont émises nous semblent avoir fort à tort appliqué aux vaisseaux rayés et ponctués des observations relatives aux utricules. Il arrive en effet fort souvent que l'on voit à l'intérieur des utricules des globules de fécule adhérens à leur paroi interne. Mais il est alors facile de reconnaître la nature de ces corps, soit par l'observation directe, soit par leur disposition irrégulière, soit enfin par l'emploi de la teinture d'iode, qui leur communique de suite une teinte bleue violacée. Mais les points en litige, dans les vaisseaux rayés et ponctués et même dans les utricules de beaucoup de plantes, ne prennent nullement cette coloration par l'emploi de l'iode; ils ne sont donc pas de nature amylacée.

Quelques physiologistes, et plus spécialement M. Slack dans le mémoire que nous avons déjà cité, émettent encore une autre théorie. Les vaisseaux rayés et ponctués ne sont que des modifications des trachées. Dans le premier cas, la lame spirale est interrompue de distance en distance, et forme ces raies ou ces lignes qui distinguent ces vaisseaux. Dans le second cas, elle est réduite à des fragmens ponctiformes adhérens à la face interne du tube. Cette opinion n'est pas plus admissible que celle que nous venons de combattre tout à l'heure, et cependant nous ne pouvons nous empêcher d'admettre que M. Slack est très probablement parti de faits vrais et bien observés pour arriver à un résultat erroné. Il est en effet très possible, quoique des exemples de ce genre ne se soient jamais offerts bien clairement à notre observation, que la lame d'une trachée, en éprouvant dans différens points de son

étendue des interruptions alternatives et inégales, ne puisse ainsi donner à ces points d'un même vaisseau *l'apparence* d'un tube *rayé* ou *ponctué*. Mais nous le disons avec conviction, ce n'est pas ainsi que sont formés et organisés les vrais tubes rayés et ponctués. Loin d'être plus épaisse que le reste du tube, ce qui devrait être de toute nécessité dans la théorie de M. Slack, la partie qui forme les raies ou les points est plus mince, plus transparente. Elle n'est donc pas due à des fragmens de lame spirale adhérens à la face interne du tube. Enfin, nous ajouterons une dernière considération qui détruit l'idée de la transformation des trachées en vaisseaux rayés et ponctués. C'est celle de la différence de situation de ces vaisseaux. Les trachées, comme nous l'avons déjà dit, ne se voient, dans une tige de plante dicotylédone, que dans les parois de l'étui médullaire, les couches ligneuses ni corticales n'en contiennent jamais. Or, c'est particulièrement dans les couches ligneuses qu'on trouve les tubes rayés ou ponctués, c'est à dire là où n'ont jamais existé de trachées. De ces diverses considérations, on peut, je crois, tirer la conséquence qu'ils constituent une espèce de vaisseaux distincte des vraies trachées, quoique offrant avec ces dernières une analogie qu'on ne saurait nier.

Existe-t-il des *vaisseaux mixtes ?*

Quelques auteurs, et en particulier M. de Mirbel, ont admis des vaisseaux *mixtes*, c'est à dire des tubes offrant alternativement, dans les différens points de leur longueur, les caractères des diverses autres espèces de vaisseaux. L'existence de ces vaisseaux n'a pas été généralement admise. Et en effet, on n'observe jamais ainsi réunis sur un même tube les caractères assignés aux diverses espèces de vaisseaux, ce qui annoncerait que ces organes peuvent se transformer l'un dans l'autre. Il est vrai que quelquefois, ainsi que nous avons eu plusieurs fois occasion de le dire, on voit une trachée devenir un vaisseau réticulaire, un tube rayé prendre les caractères d'un tube ponctué. Mais cette transformation ne va pas plus loin, c'est à dire qu'une trachée ne devient jamais un tube rayé ou ponctué (tel que nous avons décrit ces vaisseaux), ou bien un de ces derniers ne prend pas les caractères de la trachée. On ne peut donc admettre de *vaisseaux mixtes*, tels que M. de Mirbel les avait caractérisés, c'est à dire des vaisseaux qui seraient alterna-

Existe-t-il des Vaisseaux mixtes ?

tivement, et dans les différens points de leur étendue, trachées, vaisseaux ponctués, rayés, etc.

En résumé, on peut constater trois espèces principales de vaisseaux dans les plantes :

1° Les *vaisseaux du latex* ou de la sève élaborée;

2° Les *trachées*, dont les vaisseaux *réticulaires* ne sont qu'une simple modification;

3° Enfin les *vaisseaux rayés* et *ponctués* qui ne diffèrent que par l'étendue des places excavées à leur surface interne.

Fibres.

Les vaisseaux, en se réunissant entre eux, forment des faisceaux plus ou moins volumineux que l'on désigne communément sous le nom de *fibres*. Les fibres végétales, comme on le voit, sont donc creuses et non pleines comme la plupart de celles qu'on observe dans les animaux. Ce sont elles qui constituent la trame et en quelque sorte le squelette de la plupart des organes et surtout des organes foliacés des végétaux.

Parenchyme.

On appelle, au contraire, *parenchyme*, la partie ordinairement molle, composée essentiellement de tissu cellulaire, que l'on observe dans les fruits, dans les feuilles, etc. Cette expression s'emploie par opposition au mot *fibres*. Toute partie qui n'est point fibreuse est composée de parenchyme.

C'est en s'unissant de diverses manières que les tissus parenchymateux et fibreux constituent les différens organes végétaux. Dans tous, en effet, nous ne trouvons par l'analyse que ces deux modifications essentielles du tissu fondamental.

Division des végétaux en vasculaires et cellulaires.

Comme nous l'avons déjà dit, il y a cependant des végétaux qui ne sont composés que de tissu utriculaire. Ils manquent de vaisseaux; tels sont, par exemple, les Champignons, les Algues, les Lichens et plusieurs autres familles de plantes cryptogames. C'est d'après ce caractère que M. De Candolle a divisé le règne végétal en deux grands embranchemens : 1° Les végétaux *vasculaires*, qui sont composés à la fois de tissu cellulaire et de vaisseaux. 2° Les végétaux *cellulaires*, dans la structure desquels il n'entre que du tissu utriculaire.

§ 2. *De l'origine et de la formation des vaisseaux.*

On a beaucoup discuté sur la nature et principalement sur l'origine des vaisseaux des végétaux. Quand on examine une plante à son état naissant, elle n'est encore composée que de tissu cellulaire; plus tard, au contraire, on y trouve des vaisseaux. On a dû naturellement se demander comment ces nouveaux organes s'étaient formés au milieu du tissu cellulaire, où on les observe alors et où ils n'existaient pas auparavant. Cette question de la plus haute importance avait été souvent agitée, sans qu'on ait pu la résoudre directement par l'observation. Ainsi, les uns ont dit que c'était la sève qui, en s'élevant des racines vers les parties supérieures du végétal, se frayait des conduits à travers le tissu cellulaire, et qu'ainsi les vaisseaux n'étaient formés en quelque sorte que par une cause mécanique. Mais, en admettant que cette hypothèse fût vraie, ce que nous sommes loin de croire, elle n'expliquerait pas cette diversité de forme et de structure qui existe dans les diverses sortes de vaisseaux, et spécialement celles des trachées, et d'ailleurs la sève ne monte pas par les vaisseaux. Origine des vaisseaux.

D'autres ont avancé que les tubes n'étaient qu'une modification du tissu cellulaire, et nous nous étions nous-même rangé à cette opinion sans pouvoir l'admettre autrement que par le raisonnement. On disait que les organes tubuleux des plantes ne sont que des utricules diversement modifiées. Ils ne sont que des utricules modifiées.

Le second mémoire que M. de Mirbel a lu (3 décembre 1832 et 7 janvier 1833), à l'Académie des Sciences, nous paraît propre à jeter un jour tout nouveau sur cet important problème. Partant toujours de ce principe, qui entre ses mains a déjà été si fécond en résultats nouveaux, que, pour bien connaître un organe, il faut le suivre dans toutes les phases de son développement, M. de Mirbel, en étudiant la structure des organes reproducteurs du *marchantia polymorpha*, est arrivé à l'un de ces grands résultats qui marquent une époque nouvelle dans une science. La face inférieure de cette expansion foliacée en forme de chapeau découpé, où sont placés les organes reproducteurs femelles, présente à l'époque de sa maturité des lames contournées en hélice ou, tire- Recherches de M. de Mirbel sur le marchantia.

bouchon, qui servent à lancer comme autant de ressorts les propagules dont leurs parois sont recouvertes. Ces organes ont été nommés *élatères*, et il est impossible de n'y pas reconnaître la même structure que dans les vaisseaux trachées; cette analogie a été admise par plusieurs phytotomistes. Or, en examinant ces organes au moment où on commence à les apercevoir, le célèbre physiologiste dont nous analysons le travail, a reconnu qu'ils consistaient d'abord chacun en une simple utricule. Ce fait est tellement important que nous laisserons M. de Mirbel parler lui-même :

« Quand le pistil eut atteint le degré de développement que j'ai indiqué précédemment, les utricules intérieures se détachèrent les unes des autres, tandis que celles de la superficie restèrent étroitement unies, et constituèrent un sac ballonné bien clos; dans lequel les utricules intérieures se trouvèrent emprisonnées. Celles-ci n'eurent pas toutes le même sort; il y en eut qui se développèrent en longs tubes grêles, pointus aux deux bouts, et qui, si je ne me trompe, adhéraient par l'un de ces bouts à la face interne du sac, et d'autres, en beaucoup plus grand nombre, qui, de polyèdres qu'elles étaient d'abord, passèrent à la forme sphérique en arrondissant insensiblement leurs angles. Sur chaque utricule alongée en tube était faiblement collée une double série de ces utricules arrondies : les unes et les autres étaient encore remplies de sphérioles vertes.

» En avançant en âge, les utricules composant le sac et les utricules alongées en tubes éprouvèrent des modifications sur lesquelles je dois attirer toute l'attention des physiologistes. Trois ou quatre anneaux, placés parallèlement l'un au dessus de l'autre, parurent en léger relief sur chaque utricule du sac. Ils faisaient corps avec la membrane utriculaire, et toutefois ils s'en distinguaient par leur opacité. Sans la présence de cette membrane, je les aurais confondus avec les tubes à jour auxquels on a donné le nom de vaisseaux annulaires.

» Les utricules alongées en tubes ne différaient d'abord des autres utricules que par la forme; elles avaient donc une paroi membraneuse, mince, unie, diaphane, entière, incolore; mais elles ne tardèrent pas à s'épaissir, à perdre leur transparence, et elles se marquèrent tour à tour, dans toute leur longueur, de

deux *stries parallèles* très rapprochées et tracées en hélice. Puis elles grandirent, et leurs stries devinrent des fentes, qui découpèrent d'un bout à l'autre la paroi de chacune en deux filets, et les circonvolutions des filets s'écartèrent, imitant les circonvolutions du tire-bourre. Enfin, les deux filets se colorèrent en jaune de rouille, et la métamorphose fut si complète, que si je n'avais pas suivi les modifications pas à pas, je me garderais bien de dire aujourd'hui que ces deux filets furent primitivement une simple utricule ; mais le fait est constant, et j'ai la conviction que quiconque recommencerait la série de mes observations avec la forte volonté de ne rien laisser échapper de ce qu'il est possible de voir, arriverait au même résultat que moi.

» Chaque paire de filets roulée en hélice est désignée sous le nom d'élatère par les botanistes. L'identité organique est notoire entre les élatères du *marchantia polymorpha* et les tubes découpés en hélice, que Grew a nommés *aer vessels* et Malpighi *trachées*. ».

Plus loin l'auteur arrive à un résultat tout à fait semblable, en examinant la structure progressive de cette lame intérieure de tissu cellulaire qui revêt la face interne des anthères dans les végétaux phanérogames. A l'époque où les loges de l'anthère s'ouvrent pour laisser échapper le pollen, les utricules de cette lame celluleuse se présentent sous des formes très variées, mais plus souvent découpées en lanières étroites et enroulées en hélice.

Observations du même sur les cellules fibreuses des anthères.

« A l'origine des utricules (j'entends à l'âge le plus jeune où il me fut possible de les observer) je trouvai qu'elles étaient membraneuses et closes. Cet état de choses dura presque jusqu'au moment de la déhiscence de l'anthère et de la maturité du pollen. Ce fut alors seulement qu'un changement extraordinaire se manifesta dans une ou plusieurs couches d'utricules placées immédiatement au dessous de la lame utriculaire superficielle. Ses utricules s'agrandirent dans tous les sens, et leurs parois se divisèrent en lanières ou en filets, dont la position rappelait très bien la forme primitive des utricules. La métamorphose ne se faisait pas par transitions appréciables ; elle était si brusque, que je ne pus jamais surprendre la nature à l'œuvre. Quoi qu'il en soit, j'obtins la preuve la plus positive que les utricules à claire-voie étaient de

simples transformations des utricules closes, et non des formations nouvelles.

» Ainsi, dans les anthères, les utricules percées de trous comme les tubes poreux, fendues comme les fausses trachées, partagées en anneaux comme les tubes annulaires, découpées en hélice comme les trachées, ont été originairement des utricules membraneuses et closes, et ne sont après leur métamorphose que les analogues des tubes poreux, des fausses trachées, des tubes annulaires ou des trachées, lors même qu'elles ne s'alongent pas. En effet, la forme tubuleuse n'est qu'un caractère accidentel; n'avons-nous pas vu dans le *marchantia* les utricules s'alonger en tubes pour former des racines ou des élatères, et les élatères devenir de tout point semblables aux trachées ? »

Sur le changement des utricules en vaisseaux dans les racines.

M. de Mirbel a, par de très récentes observations (*Comptes rendus de l'Institut*, 28 août 1837), confirmé cette transformation des utricules en vaisseaux qu'il avait déjà vue il y a plusieurs années. Ces nouvelles observations ont été faites sur des racines. Il a vu les utricules de la partie centrale former des séries longitudinales et s'accroître en longueur et en largeur. Dans leur intérieur se développait une sorte de mucilage organisé ou de tissu cellulaire mucilagineux, sur lequel nous reviendrons plus tard, quand nous traiterons spécialement de l'accroissement des végétaux. Pendant un certain temps, ces grandes utricules ne changèrent pas sensiblement d'aspect, puis tout à coup leur partie supérieure et leur partie inférieure disparurent sans qu'il en restât de traces. Les cavités des grandes utricules, séparées jusqu'alors par des diaphragmes, communiquèrent entre elles. Il en résulta un grand tube continu, dont la paroi s'élargit et s'ouvrit de fentes transversales parallèles, disposées en plusieurs rangées longitudinales. Voilà donc un tube de la nature de ceux qu'on a nommés rayés ou fausses trachées, qui provient de la transformation d'utricules.

D'après ces belles observations, il est impossible de révoquer en doute la transformation d'utricules d'abord parfaitement closes en utricules et en tubes plus ou moins alongés, percés en apparence de fentes ou découpés en lanières étroites, enroulées en manière de tire-bourre. Ce n'est pas forcer la conséquence, que de dire que très probablement tous les vaisseaux ou tubes qu'on trouve dans les plantes

ont eu pour point de départ, pour origine commune, une ou plusieurs utricules. Cette utricule, ainsi que nous l'avons vu pour celles qui donnent naissance aux élatères du *marchantia*, ne diffère en rien de toutes les autres au milieu desquelles elle se trouve placée, et cependant quel changement n'éprouve-t-elle pas? Nous devons donc admettre que toutes les utricules ne jouissent pas absolument des mêmes propriétés; il en est quelques unes qui, sans qu'on puisse le reconnaître par aucun caractère extérieur, ont la faculté de pouvoir se modifier sous l'influence de certaines causes, et même de changer entièrement de nature. Ainsi la cellule qui jouit de la propriété de pouvoir devenir un tube fendu ou une trachée, n'offre rien à l'extérieur qui la distingue des autres. Cette utricule, une fois qu'elle a éprouvé les modifications nouvelles dont elle est susceptible, s'accroît avec ses nouveaux caractères, comme toutes les autres parties de la plante, par suite de l'assimilation des matériaux que lui fournit la nutrition.

Pour terminer tout ce qui a rapport à l'examen de l'anatomie des différentes parties constituantes et élémentaires de l'organisation végétale, nous devons nous occuper des glandes et des poils considérés dans leur structure anatomique. Quant à l'épiderme qui revêt toutes les parties du végétal, nous exposerons plus loin sa structure, quand nous parlerons de l'organisation des tiges et de celle des feuilles.

Les GLANDES sont des organes particuliers qu'on observe sur presque toutes les parties des plantes, et qui sont destinés à séparer de la masse générale des humeurs un fluide quelconque. Par leurs usages et leur structure, elles ont la plus grande analogie avec celles des animaux. Elles paraissent formées, ainsi qu'il résulte des recherches de M. de Mirbel, soit uniquement de tissu cellulaire; soit de tissu cellulaire très fin dans lequel se ramifient un grand nombre de vaisseaux. Dans le premier cas elles sont destinées à sécréter un liquide excrémentitiel, qui suinte à l'extérieur et recouvre leur surface; dans le second, le fluide qu'elles sécrètent est reporté dans le tissu général, où il paraît servir à la nutrition. Glandes.

Leur forme et leur structure particulière sont très variées, et les ont fait distinguer en plusieurs espèces. Mais on a également donné le nom de glandes à des coprs ou organes fort différens, et qui ne

sont pas destinés à sécréter des humeurs. Ainsi, par exemple, Guettard, à qui on doit un travail étendu sur ce sujet, nommait *glandes miliaires* les stomates ou pores de l'épiderme.

Glandes vésiculaires.

1° On nomme Glandes *vésiculaires* de petits réservoirs remplis d'huile essentielle, logés dans l'enveloppe herbacée des végétaux. Elles sont très apparentes dans les feuilles du *millepertuis*, du *myrte* et de l'*oranger*, et se présentent sous l'aspect de petits points transparens lorsqu'on place ces feuilles entre l'œil et la lumière. Ces prétendues glandes ne sont peut-être que des réservoirs où s'amasse le suc propre.

Glandes globulaires.

2° Glandes *globulaires*. Leur forme est sphérique; elles n'adhèrent à l'épiderme que par un point. On les observe surtout dans les *Labiées*. Elles contiennent de l'huile volatile.

Glandes utriculaires.

3° Glandes *utriculaires* ou en ampoules. Elles sont remplies d'un fluide aqueux, incolore, comme dans la *glaciale* (*mesembryanthemum cristallinum*), où ces glandes, placées sur toutes les parties herbacées de cette plante, lui forment comme une couche inégale et glacée.

Glandes papillaires.

4° Glandes *papillaires*. Elles forment des espèces de mamelons ou de papilles, qu'on a comparées à celles de la langue. On les trouve dans plusieurs *Labiées*, par exemple dans la sariette (*satureia hortensis*).

Enfin il y en a de lenticulaires, de sessiles, d'autres qui sont portées sur des poils. La tribu des Drupacées dans la famille des Rosacées, la famille des Passiflores et beaucoup de Légumineuses, de Malvacées, offrent sur leur pétiole ou le limbe de leurs feuilles des glandes d'une forme très variée, et qui souvent fournissent de bons caractères pour distinguer les espèces.

Poils.

Les Poils sont des organes filamenteux, plus ou moins déliés, servant à l'absorption et à l'exhalation dans les végétaux. Il est peu de plantes qui en soient dépourvues. On les observe principalement sur celles qui vivent dans les lieux secs et arides. Dans ce cas, ils ont été regardés par quelques botanistes comme servant à multiplier et à augmenter l'étendue de la surface absorbante des végétaux. Aussi n'en voit-on pas dans les plantes très succulentes comme dans les plantes grasses, ou celles qui vivent habituellement dans l'eau.

Les poils paraissent être, dans beaucoup de cas, les canaux excréteurs des glandes végétales. En effet, ils sont fréquemment implantés sur une glande papillaire. Ne sait-on pas que les poils des orties ne déterminent cette sensation brûlante et la formation d'ampoules sur la peau, que parce qu'en s'y enfonçant ils y versent en même temps un fluide irritant, sécrété par les glandes sur lesquelles ils sont implantés? Quand, par la dessiccation, ce fluide s'est évaporé, les poils des *orties* ne produisent plus le même effet? Ce sont des canaux excréteurs.

On distingue les poils en *glandulifères*, en *excréteurs*, et en *lymphatiques*. Les premiers sont ou appliqués immédiatement sur une glande, ou surmontés par un petit corps glandulaire particulier, comme dans la fraxinelle (*dictamnus albus*); les seconds sont placés sur des glandes dont ils paraissent être les canaux excréteurs, destinés à verser au dehors les fluides sécrétés; enfin, les troisièmes ne sont qu'un simple prolongement de l'épiderme. Poils glandulifères et lymphatiques.

La *forme* des poils offre un grand nombre de variétés. Ainsi il y en a de *simples*, de *rameux* (*Berteroa incana*), de *subulés*, de *capités*, en *étoile* (*Phlomis*). D'autres sont *creux* et coupés de distance en distance par des diaphragmes horizontaux. Dans les Malpighiacées, ils ont la forme et la position horizontale d'une navette. Leur forme varie.

Ils sont quelquefois *solitaires*, ou bien rassemblés en faisceaux, en étoiles, etc.

La structure anatomique des poils est généralement très simple. Quelquefois ils sont composés d'une seule cellule plus ou moins alongée; d'autres fois ce sont plusieurs cellules placées bout à bout, de telle sorte que le poil semble être un tube cloisonné intérieurement. Enfin, dans certains cas, le poil est formé d'un nombre plus ou moins considérable de cellules diversement groupées. Leur structure.

Quant à leur disposition sur une partie (disposition que l'on désigne sous le nom de *pubescence*), nous en parlerons en traitant, sous ce rapport, des modifications de la tige.

Pour mieux fixer les idées sur les bases de l'anatomie végétale, nous allons présenter ici, sous la forme d'Aphorismes, les points essentiels de cette partie de la science, que nous avons développés dans les paragraphes précédens.

RÉSUMÉ APHORISTIQUE D'ANATOMIE VÉGÉTALE.

I. Les végétaux sont composés originairement d'un seul élément anatomique, l'*utricule*, vésicule membraneuse, dont la forme, en se modifiant, produit trois sortes de tissus élémentaires : 1° Le tissu cellulaire ou *utriculaire* ; 2° le tissu *fibreux* ou ligneux ; 3° enfin le tissu *vasculaire* ou les vaisseaux.

§ I. *Tissu utriculaire.*

II. Le tissu utriculaire peut être considéré comme celui qui sert de base à l'organisation végétale.

III. Il est composé d'utricules ou vésicules closes de toutes parts, primitivement globuleuses, soudées ensemble, et qui, par la pression égale et réciproque qu'elles exercent les unes sur les autres, prennent communément une forme polyédrique, le plus souvent dodécaédrique.

IV. Dans une masse tissulaire, les lames membraneuses qui séparent les utricules les unes des autres sont formées de deux feuillets, appartenant chacun à une des deux utricules contiguës.

V. La forme des utricules varie beaucoup ; elles sont ou polyédriques, ordinairement dodécaédriques, ou sous la forme de prismes à quatre ou cinq pans, coupés carrément à leurs bases.

VI. Il y a des utricules à forme irrégulière et anomale, et qui semblent le résultat de plusieurs utricules soudées.

VII. Les utricules contiguës d'une masse de tissu cellulaire laissent, dans les points où elles ne se touchent pas, des espaces vides ordinairement triangulaires, qu'on nomme *méats* ou *conduits intercellulaires*.

VIII. La membrane des utricules est en général diaphane, et ne présente aucune ouverture appréciable.

IX. Les prétendus pores ou fentes qu'elle offre quelquefois ne sont que des amincissemens ponctiformes ou linéaires de sa substance.

X. Les utricules ne communiquent entre elles que par des pores intermoléculaires et tout à fait invisibles.

XI. Il y a des utricules qui contiennent intérieurement une lame

ou fil roulé en spirale de diverses manières. Cette modification porte le nom de tissu *fibroso-utriculaire* ou *cellules fibreuses*.

XII. Les utricules contiennent des matières gazeuses, liquides ou solides.

a. Les matières gazeuses sont principalement de l'air, quelquefois plus ou moins altéré.

b. Les liquides sont la sève, des huiles grasses ou volatiles, etc.

c. Les solides sont :

1° La *Chromule*, ou *globuline*, matière colorante, de teinte très variée, composée de petites vésicules contenant des granulations colorées.

C'est la chromule qui donne leur coloration spéciale à tous les tissus végétaux.

2° La *Fécule*, sous forme de grains plus ou moins globuleux ou cylindroïdes incolores, d'une grosseur variable suivant les espèces, se colorant en bleu par la teinture d'iode.

3° Les *Raphides*, petits cristaux sous forme d'aiguilles terminés en pyramides pointues à leurs deux extrémités, et réunis en faisceaux.

4° Des cristaux ou tables rhomboédriques.

5° Les *Biforines*, utricules alongées en forme d'hexagone, ouvertes à leurs deux extrémités, contenant une seconde utricule intérieure, plus étroite, qui est remplie de cristaux aciculaires.

XIII. Les *Lacunes* sont des cavités plus ou moins grandes qui se forment au milieu du tissu utriculaire, ordinairement par suite de la destruction d'une partie des utricules qui le composent.

XIV. Le tissu utriculaire peut se multiplier de trois manières différentes :

1° Par addition de nouvelles utricules *à l'extérieur* des anciennes : *accroissement extra-utriculaire*.

2° Par développement de nouvelles utricules *entre* les anciennes : *accroissement inter-utriculaire*.

3° Par formation de nouvelles utricules dans l'*intérieur* des anciennes : *accroissement intra-utriculaire*.

§ II. *Tissu fibreux.*

XV. Le tissu fibreux a reçu les noms de *tissu alongé*, *tissu ligneux, proseuchyme, vaisseaux fibreux, tubilles, clostres*, etc.

XVI. Il est composé de cellules très alongées ou de tubes très courts, terminés en pointe à leurs deux extrémités, toujours simples.

XVII. En se pressant les uns contre les autres, les tubes fibreux prennent des formes très variées.

XVIII. Leurs parois sont très épaisses et leur cavité intérieure assez petite : ces parois sont souvent composées de plusieurs couches superposées, qui apparaissent sur la coupe transversale comme autant de cercles emboîtés les uns dans les autres.

XIX. Les tubes fibreux peuvent offrir des enfoncemens ponctiformes (pores) ou linéaires (fentes). Ils présentent aussi, mais plus rarement, un fil intérieur roulé en spirale (dans l'if).

XX. En s'ajustant bout à bout, ils constituent toutes les parties fibreuses de la plante, et en particulier le tissu du bois et celui du liber.

§ III. *Tissu vasculaire.*

XXI. On distingue deux espèces principales de vaisseaux, suivant le fluide qu'ils contiennent : 1° les *vaisseaux séveux* et les *vaisseaux aériens*.

a. Vaisseaux séveux.

XXII. Les vaisseaux désignés sous le nom de *V. moniliformes* ne sont que des séries d'utricules superposées, et dont la paroi horizontale finit quelquefois par se détruire.

XXIII. Les vaisseaux *latexifères*, ainsi appelés parce qu'ils contiennent le suc élaboré ou *latex*, sont les conduits spéciaux de la sève descendante.

XXIV. Ce sont des tubes complètement clos, à parois ordinairement minces et transparentes, cylindriques ou anguleux, simples ou rameux et fréquemment anastomosés.

XXV. Ces vaisseaux existent au milieu de faisceaux vascu-

laires, qui sont épars dans la masse de la tige des plantes monocotylédonées.

XXVI. Dans les plantes dicotylédonées ils sont ou épars dans le tissu cortical, ou formant des faisceaux ou une enveloppe continue autour du corps ligneux. On les trouve aussi quelquefois épars dans la moelle.

XXVII. Sous le nom de *vaisseaux propres* on a confondu 1° des lacunes ou cavités accidentelles, dans lesquelles s'accumulent les sucs résineux; 2° les méats intercellulaires; 3° les vaisseaux du latex. Il n'y a donc pas de vaisseaux qui puissent conserver le nom de vaisseaux propres.

b. Vaisseaux aeriens.

XXVIII. Tous les vaisseaux dans lesquels existent une spiricule ou lame spirale, ou ceux qui présentent des enfoncemens linéaires ou ponctiformes, constituent les *vaisseaux aériens*. Les trachées, les vaisseaux ponctués, rayés et réticulaires, sont donc les principales formes des vaisseaux aériens.

XXIX. Les *Trachées* sont des tubes cylindriques contenant un corps mince et filiforme, nommé *spiricule,* roulé en hélice dans leur intérieur.

XXX. L'existence du tube n'est pas toujours très évidente. Il est presque impossible de la constater quand les tours de la spiricule sont très rapprochés et contigus. Quand au contraire ils sont écartés son existence ne saurait être niée.

XXXI. La spiricule est plane et tantôt sous la forme d'une lame très étroite, tantôt cylindrique et filiforme.

XXXII. Malgré les assertions contraires de plusieurs observateurs, la spiricule m'a toujours paru pleine et non creuse intérieurement.

XXXIII. La spiricule peut être simple ou bifurquée.

XXXIV. Assez souvent deux, trois ou un plus grand nombre de spiricules se soudent ensemble, et se déroulent en formant une sorte de ruban strié.

XXXV. Les trachées sont ordinairement simples; très rarement elles sont bifurquées.

XXXVI. La spiricule, au lieu d'être continue, forme quelquefois de anneaux complets et parfaitement distincts, placés au milieu de tours en spirale. Ces vaisseaux pourraient être appelés *spiro-annulaires.*

XXXVII. Les trachées n'existent dans la tige des Dicotylédons que dans les parois de l'étui médullaire. On les trouve aussi dans les pétioles, les nervures des feuilles, les filets des étamines, les enveloppes florales.

XXXVIII. Dans la tige des Monocotylédons, elles sont placées dans l'intérieur des faisceaux ligneux, épars dans la tige.

XXXIX. On trouve des trachées dans les fibres radicales, particulièrement dans les plantes monocotylédonées.

XL. Les *Vaisseaux réticulés* sont une modification des trachées dans laquelle la spiricule est irrégulière, ramifiée, anastomosée et non déroulable.

XLI. Les *Vaisseaux rayés*, improprement appelés *fendus*, sont des tubes cylindriques ou anguleux qui présentent des parties amincies sous la forme de lignes transversales.

XLII. Ces lignes amincies peuvent être très étroites ou avoir une certaine largeur. Elles sont ordinairement disposées régulièrement les unes au dessus des autres.

XLIII. Les *Vaisseaux scalariformes* ne sont qu'une simple modification des *V. rayés* dans laquelle les lignes transversales ont plus de longueur et plus de régularité.

XLIV. Les *Vaisseaux ponctués* ou *poreux* sont des tubes cylindriques présentant des enfoncements ponctiformes disposés régulièrement.

XLV. Dans les vaisseaux ponctués et rayés, les prétendus pores et les prétendues fentes sont toujours bouchés extérieurement par une membrane mince et transparente dont on reconnaît cependant assez facilement l'existence.

XLVI. Ces deux sortes de vaisseaux se trouvent dans l'épaisseur des couches ligneuses des Dicotylédonés ou dans les faisceaux vasculaires des Monocotylédonés, dans les racines, les feuilles, etc.; mais jamais dans l'écorce.

XLVII. Il y a un passage insensible des vaisseaux ponctués aux vaisseaux rayés, des vaisseaux rayés aux vaisseaux réticulés,

des vaisseaux réticulés, aux trachées; donc les vaisseaux ponctués, rayés et réticulés ne sont probablement que des modifications des trachées.

XLVIII. Les vaisseaux n'existent pas dans la plante excessivement jeune ou dans les organes dès le premier moment de leur apparition. A cette première période la plante tout entière n'est encore composée que de tissu utriculaire.

XLIX. Les vaisseaux de quelque nature qu'ils soient tirent leur origine du tissu utriculaire.

Nous allons passer maintenant à la description particulière des différens organes dont la plante se compose, en suivant la division que nous en avons précédemment établie, 1° en organes de la Nutrition, 2° et en organes de la Génération.

PREMIÈRE CLASSE.

ORGANES DE LA NUTRITION OU DE LA VÉGÉTATION.

La nutrition est la fonction la plus générale des êtres organisés. Elle est permanente, commence et finit avec la vie du végétal. La reproduction au contraire est nécessairement temporaire et ne se montre souvent qu'à des époques plus ou moins éloignées.

Les organes de la nutrition ou de la végétation sont tous ceux auxquels est confié le soin de la conservation individuelle des végétaux. Ce sont les racines, les tiges, les bourgeons, les feuilles, les stipules, et quelques uns de ces organes dégénérés, tels que les épines, les aiguillons, les vrilles. En effet, la racine, enfouie dans le sein de la terre, absorbe une partie des fluides nutritifs et réparateurs; la tige transmet ces fluides dans tous les points de la plante, tandis que les feuilles, étendues au milieu de l'atmosphère, y remplissent les mêmes fonctions que les racines dans la terre, et servent de plus d'organes d'élaboration. On voit, par ce court exposé de leurs fonctions, que ces différens organes tendent tous à une même fin; qu'ils nourrissent le végétal et concourent

à sa végétation, c'est à dire au développement de toutes ses parties.

On peut se représenter l'ensemble des organes de la nutrition comme formant un axe, aux deux extrémités duquel sont placés les organes dans lesquels se font l'absorption du fluide nutritif et son élaboration. Ce fluide nutritif des plantes, analogue au sang des animaux, porte le nom de *sève*. L'axe des organes nutritifs est la tige, que l'on peut distinguer en deux parties, l'une ascendante et aérienne, l'autre descendante et souterraine que l'on a jusqu'à présent confondue avec la véritable racine. Ce sont les dernières ramifications de ces deux parties de la tige qui portent les véritables organes nutritifs de la plante, savoir : la partie aérienne, les feuilles, et la partie souterraine, le chevelu ou la vraie racine. Ces deux organes comme nous le montrerons tout à l'heure ont la plus grande analogie et ne diffèrent entre eux que par la différence du milieu dans lequel ils se développent.

CHAPITRE PREMIER.

DE LA RACINE (1).

Définition.

Jusqu'à présent on a défini la racine, cette partie d'un végétal qui, occupant son extrémité inférieure, et cachée le plus souvent dans la terre, se dirige et croît constamment en sens inverse de la tige, c'est à dire s'enfonce perpendiculairement dans la terre, tandis que celle-ci s'élève vers le ciel. Mais cette définition, comme nous allons le démontrer tout à l'heure, devra être modifiée. Car nous pensons qu'on a confondu avec la racine des organes qui en sont fort différens, et en particulier la portion inférieure et souterraine de la tige.

Toutes les plantes ont des racines.

A l'exception de quelques *trémelles* et de certaines *conferves*, qui, plongées dans l'eau ou végétant à sa surface, absorbent les matériaux de leur nutrition par les différens points de leur éten-

[1] Radix, lat. Ρίζα, grec.

due, tous les autres végétaux sont pourvus de racines, qui servent à les fixer au sol et à y puiser une partie de leurs principes nutritifs.

Elles peuvent être implantées dans la terre, l'eau, etc.

Les racines, avons-nous dit, sont le plus souvent implantées dans la terre. C'est ce qui a lieu, en effet, pour le plus grand nombre des végétaux. Mais il en est d'autres qui, vivant à la surface de l'eau, présentent des racines flottantes au milieu de ce liquide, comme on l'observe dans certaines *lentilles d'eau*. La plupart des plantes aquatiques, comme le *trèfle d'eau*, le *nénuphar*, l'*utriculaire*(1), offrent deux espèces de racines. Les unes, enfoncées dans la vase, les fixent au sol; les autres, partant ordinairement de la base des feuilles, sont libres et flottantes au milieu de l'eau.

Sur les murs, etc.

D'autres plantes végétant sur les rochers, comme les *Lichens*; sur les murs, comme la *giroflée commune*, le *grand muflier*, la *valériane rouge*; sur le tronc ou la racine des autres arbres, comme le *lierre*, certaines *Orchidées* des tropiques, la plupart des *Mousses*, l'*orobanche* et l'*hypociste*, y implantent leurs racines et, véritables parasites, en absorbent les matériaux nutritifs, et vivent à leurs dépens.

Racines aériennes ou adventives.

Le *clusia rosea*, arbrisseau sarmenteux de l'Amérique méridionale, le *sempervivum arboreum*, le *maïs*, le *manglier* et quelques figuiers, Aroïdées et Orchidées exotiques, outre les racines qui les terminent inférieurement, en produisent d'autres de différens points de leur tige, qui, d'une hauteur souvent considérable, descendent perpendiculairement comme des fils à plomb et s'enfoncent dans la terre. On a donné à ces racines surnuméraires le nom de racines *aériennes* ou *adventives*, et un fait fort remarquable qui les concerne, c'est qu'elles ne commencent à s'accroître en diamètre que quand leur extrémité a atteint le sol et y puise les matériaux de son accroissement.

Il ne faut pas les confondre avec les tiges souterraines.

Ne confondons pas avec les racines, comme on l'a fait très souvent, certaines *tiges souterraines*, qui rampent horizontalement sous terre, comme dans l'*iris germanica*, le sceau de Salomon, etc. Leur direction seule suffirait presque pour les distinguer, si d'au-

[1] Les parties filamenteuses que la plupart des botanistes ont prises pour des feuilles dans l'utriculaire ne sont que des racines flottantes.

tres caractères ne venaient point encore nous éclairer sur leur véritable nature. (*Voyez* dans le chapitre suivant ce que nous en disons en parlant de la *souche* ou tige souterraine.)

Racines accidentelles.

Différentes parties dans les végétaux sont susceptibles de produire des racines qu'on peut appeler *accidentelles* : coupez une branche de saule, de peuplier, enfoncez-la dans la terre, et au bout de quelque temps son extrémité inférieure sera chargée de radicelles. Le même phénomène aura encore lieu lorsqu'on aura implanté les deux extrémités de la branche dans la terre : l'une et l'autre s'y fixent au moyen de racines qu'elles développent. Dans les Graminées, particulièrement le *maïs* ou *blé de Turquie*, les nœuds inférieurs de la tige poussent quelquefois des racines qui descendent s'enfoncer dans la terre. C'est sur cette propriété qu'ont les tiges, et même les feuilles dans beaucoup de végétaux, de donner naissance à de nouvelles racines, que sont fondées la théorie et la pratique du *marcottage* et de la *bouture*, moyens de multiplication très employés dans l'art de la culture. Nous en dirons quelques mots plus tard.

On peut faciliter le développement des racines accidentelles par différens moyens, qui tous ont un résultat commun, celui de mettre obstacle au cours de la sève descendante ou nutritive. Ainsi, la ligature et l'incision annulaire de l'écorce, sont journellement mises en usage pour faciliter l'apparition des racines adventives, dans l'opération du marcottage.

Exostoses.

Les racines de certains arbres poussent de distance en distance des espèces de cônes ou de bosses d'un bois mou et lâche, entièrement nus et saillans hors de terre, et que l'on a désignés sous le nom d'*exostoses*. Le cyprès chauve de l'Amérique septentrionale (*taxodium distichum*. Rich.) en offre les exemples les plus remarquables.

Elle est composée de trois parties :

La *racine*, considérée dans son ensemble et d'une manière générale, a été divisée en trois parties : 1° le *corps* ou partie moyenne, de forme et de consistance variées, quelquefois plus ou moins renflé, comme dans le navet, la carotte ; 2° le *collet* ou *nœud vital* : c'est le point ou la ligne de démarcation qui sépare la racine de la tige, et d'où part le bourgeon de la tige annuelle, dans les racines vivaces ; 3° les *radicelles* ou le *chevelu* : ce sont les fibres plus ou

moins déliées qui terminent ordinairement la racine à sa partie inférieure.

1° *Le corps de la racine* n'est, selon nous, que la prolongation de la tige. Fort souvent, en effet, il est assez difficile de reconnaître avec précision la ligne de démarcation qui distingue ces deux organes. Aussi sommes-nous assez porté à ne les considérer que comme une seule et même partie à laquelle on pourrait conserver le nom de *caudex*, qui lui a été donné par Linné, et appeler *caudex ascendant* ou tige la partie qui s'élève au dessus du sol, et *caudex descendant* ou *souche* celle qui croît sous la terre. Nous sommes encore confirmé dans l'opinion que nous émettons ici, par la structure intérieure de cette partie de la tige souterraine que l'on nomme vulgairement le corps de la racine. En effet, presque tous les phytotomistes avaient dit que les racines se distinguent des tiges par l'absence du canal médullaire. Nous avons prouvé il y a déjà fort long-temps (*Bull. soc. philom.*) que si en effet, dans un certain nombre de plantes herbacées, le canal médullaire s'arrête au collet de la racine, cependant on le voit très manifestement se prolonger dans le corps de la racine de plusieurs arbres, surtout quand on les examine à un âge peu avancé. C'est ce que l'on reconnaît avec la plus grande facilité dans un jeune marronier d'Inde de deux ou trois ans, dont on coupe la tige et le corps de la racine longitudinalement. On voit le canal médullaire se prolonger sans interruption de l'une à l'autre. Mais il ne s'étend pas dans les ramifications du corps de la racine. Assez souvent par les progrès de l'âge il finit par disparaître dans ce dernier. On le concevra facilement, en songeant au milieu dans lequel cette partie est plongée, et qui est peu propre au développement d'un organe destiné plus particulièrement à contenir de l'air. 1° Le corps.

2° *Le chevelu* nous paraît être la partie essentielle de la racine, la seule qui doive retenir ce nom, puisque le corps et ses ramifications ne sont que la prolongation inférieure du caudex ou axe végétal. Il est analogue dans ses fonctions aux feuilles qui se développent sur les ramifications du caudex ascendant exposées à l'air. Sa position et ses fonctions sont les mêmes que celles de ces dernières. C'est la seule partie souterraine active dans l'acte de la 2° Le chevelu

nutrition, puisque, comme nous le dirons tout à l'heure, c'est par les extrémités des fibres qui le composent que se fait l'absorption des sucs de la terre qui doivent constituer la sève ou fluide nutritif des végétaux. Comme les feuilles, le chevelu tombe et se reproduit chaque année ; et ce qui prouve mieux que toute autre chose l'extrême analogie du chevelu et des feuilles, c'est que quand une racine, ou pour parler plus exactement une branche du caudex descendant, en rampant superficiellement à la surface du sol, se trouvera exposée à l'action de l'air et de la lumière, les mêmes parties qui auraient donné naissance à du chevelu si cette branche fût restée enfouie dans le sol, produiront des feuilles et des rameaux.

Les extrémités des fibres dont la réunion constitue le chevelu sont terminées par un petit corps, rarement dilaté, et globuleux plus communément, qui n'en est nullement distinct et qu'on nomme *spongiole*. Ces spongioles, qui ne présentent aucune ouverture visible et qui ne sont composées que de tissu cellulaire, sont les organes absorbans des racines. Ce sont généralement les seules parties de ces organes qui soient susceptibles d'alongement, ainsi que nous le verrons en traitant de l'accroissement des racines.

3° Le collet. 3° Le collet ou nœud vital est un point très souvent fictif, par exemple dans les végétaux, ligneux où les deux parties de l'axe végétal, c'est à dire le caudex ascendant et le caudex descendant, ne sont nullement distinguées l'une de l'autre. Mais dans les plantes herbacées vivaces, c'est le point de la racine d'où naît, chaque année, la nouvelle tige. Encore, faut-il remarquer que, dans le plus grand nombre des cas, cette partie souterraine est une véritable tige ou une souche que tous les botanistes considèrent, à tort, comme une racine; dans l'asperge commune, par exemple.

Ainsi, physiologiquement parlant, on ne doit donner le nom de *racine* qu'à la réunion de fibres plus ou moins ténues qui composent le *chevelu*. Le corps ou la partie centrale de la racine est de même nature que la tige, dont il n'est que la prolongation souterraine, et le *collet* n'est pas toujours distinct.

Durée. *A*. Suivant leur *durée*, les racines ont été distinguées en *annuelles*, *bisannuelles, vivaces* et *ligneuses*.

Les racines *annuelles* sont celles des plantes qui, dans l'espace

d'une année, se développent, fructifient et meurent : tels sont le blé, le pied-d'alouette (*delphinium consolida*), le coquelicot (*papaver rhœas*), etc.

Les racines *bisannuelles* sont celles des plantes à qui deux années sont nécessaires pour acquérir leur parfait développement. Les plantes *bisannuelles* ne produisent ordinairement, la première année, que des feuilles ; la seconde année elles poussent une tige et meurent après avoir fleuri et fructifié, comme la carotte, l'onagre, etc. Racines bisannuelles.

On a donné le nom de racines *vivaces* à celles qui appartiennent aux plantes ligneuses et surtout aux plantes herbacées qui, durant un nombre indéterminé d'années, poussent des tiges qui se développent et meurent tous les ans, tandis que leur racine vit pendant un grand nombre d'années : telles sont celles des asperges, des asphodèles, de la luzerne, etc. Racines vivaces.

Dans les ouvrages de botanique descriptive, on emploie des signes abréviatifs pour désigner la durée des végétaux. Ces signes sont ceux par lesquels les astronomes représentent quelques unes des planètes. Ainsi les plantes annuelles sont représentées par le signe du Soleil (☉), parce que la révolution de la terre autour de cet astre dure une année. Les plantes bisannuelles par le signe de Mars (♂), dont la révolution sidérale est d'environ deux ans (686 jours). Les plantes vivaces par le signe de Jupiter (♃), dont la révolution sidérale est de plus de douze ans (4,332 jours), et enfin les plantes ligneuses par le signe de Saturne (♄), dont la révolution autour du soleil est de près de trente ans (10,758 jours). Signes employés pour représenter la durée des plantes.

Cette division des végétaux en *annuels, bisannuels* et *vivaces*, suivant la durée de leurs racines, est sujette à varier, sous l'influence de diverses circonstances. Le climat, la température, la situation d'un pays, la culture même, modifient singulièrement la durée des végétaux. Il n'est pas rare de voir des plantes annuelles végéter deux ans, et même davantage, si elles sont mises dans un terrain qui leur soit convenable, et abritées contre le froid. Ainsi le réséda odorant, qui chez nous devient une plante annuelle, est une plante vivace dans les sables des déserts de l'Égypte. Au contraire, des plantes vivaces et même ligneuses de l'Afrique et de l'Amérique, transplantées dans les régions septentrionales, y deviennent an- Circonstances qui modifient la durée des plantes.

nuelles. La belle-de-nuit (*nyctago hortensis*), le *cobœa*, sont vivaces au Pérou, et meurent chaque année dans nos jardins. Le ricin, qui, en Afrique, forme des arbres ligneux, est annuel dans notre climat. Cependant il y reprend son caractère ligneux quand il se retrouve dans une exposition convenable. En herborisant aux environs de Villefranche, près de Nice, sur les bords de la Méditerranée, au mois de septembre 1818, j'ai découvert sur la montagne qui abrite l'arsenal de cette ville, au couchant, un petit bois formé de ricins en arbre. Leur tronc est ligneux, dur. Les plus hauts ont environ vingt-cinq pieds d'élévation, et présentent à peu près le même aspect que nos platanes. Il est vrai que la situation de Villefranche, exposée au midi, défendue des vents d'ouest et du nord par une chaîne de collines assez élevées, la rapproche singulièrement du climat de certaines parties de l'Afrique.

En général toutes les plantes exotiques *vivaces*, dont les graines peuvent donner naissance à des individus qui fleurissent dès la première année dans nos climats, y deviennent *annuelles*. C'est ce qui arrive pour le ricin, le *cobœa*, la belle-de-nuit, etc.

Les racines *ligneuses* ne diffèrent des racines *vivaces* que par leur consistance plus solide, leur tissu ligneux, et par la persistance de la tige qu'elles supportent : telles sont celles des arbres et des arbrisseaux.

Division des racines en quatre classes :

B. Suivant leur forme et leur structure, les racines peuvent se diviser en : 1° pivotante (*radix perpendicularis*), 2° fibreuse (*radix fibrosa*), 3° tubériforme (*radix tuberiformis*), 4° bulbifère (*radix bulbifera*).

1° Racine pivotante.

Fig. IV.

1° Les racines *pivotantes* sont celles qui s'enfoncent perpendiculairement dans la terre (Fig. IV). Elles sont *simples* et sans divisions sensibles, comme dans la rave, la carotte; *rameuses* dans le frêne et le peuplier d'Italie, etc. Elles appartiennent exclusivement aux végétaux dicotylédons. Ainsi que nous l'avons dit précédemment, le pivot et ses ramifications ne sont qu'une prolongation souterraine de la tige.

2° Racine fibreuse.

2° La racine *fibreuse* se compose d'un grand nombre de fibres, quelquefois simples et grêles, d'autres fois épaisses et ramifiées. Telle est celle de l'asperge, le l'hémero-

calle et de la plupart des *Palmiers*. Elle ne s'observe que dans les plantes monocotylédones.

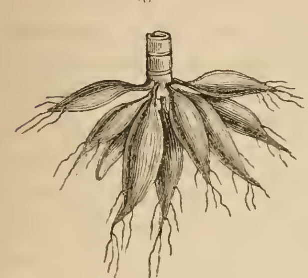


Fig. V.

3° J'appelle *racines tubériformes* (Fig. V) celles qui sont renflées en forme de tubercules, telles sont celles des dalhias, des pivoines, de la filipendule. Il ne faut pas confondre les racines tubériformes, qui ne sont que des fibres radicales plus ou moins renflées, quelquefois dans presque toute leur longueur, comme celles des dalhias et des pivoines, d'autres fois dans un point limité seulement, comme dans la filipendule, avec les véritables tubercules. Ces derniers naissent constamment sur des portions de tiges souterraines, et leur caractère essentiel et physiologique, c'est qu'ils contiennent toujours de véritables bourgeons qui doivent se développer à l'air; tels sont la pomme de terre, les tubercules des orchis, etc. 3° Racine tubériforme.

4° La racine *bulbifère* est formée par une espèce de tubercule horizontal, mince et aplati, qu'on nomme *plateau*, qui est une véritable tige produisant par sa partie inférieure une racine fibreuse, et supportant supérieurement un bulbe ou ognon, qui n'est rien autre chose qu'un bourgeon d'une nature particulière, formé d'un grand nombre d'écailles ou de tuniques appliquées les unes sur les autres : par exemple, dans le lis, la jacinthe, l'ail, et en général les plantes qu'on appelle *bulbeuses*. Cette racine, comme on le voit, n'est qu'une simple modification de la racine *fibreuse*. Nous traiterons des bulbes dans un chapitre spécial. 4° Racine bulbifère.

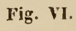
Telles sont les modifications principales que présente la racine considérée en général. Avouons cependant que ces différences ne sont pas toujours aussi tranchées que nous venons de les présenter. Ici, comme dans ses autres ouvrages, la nature ne se prête pas servilement à nos divisions systématiques. Elle fait quelquefois disparaître par des nuances insensibles ces différences, que nous avions crues d'abord si constantes et si bien établies.

Le chevelu des racines, ou cette partie formée de fibres plus ou moins déliées et qui les constitue réellement, sera d'autant plus Le chevelu.

abondant et plus développé que le végétal vivra dans un terrain plus meuble. Lorsque par hasard l'extrémité d'une racine rencontre un filet d'eau, elle s'alonge, se développe en fibrilles capillaires et ramifiées, et constitue ce que les jardiniers désignent sous le nom de *queue de renard*. Ce phénomène, que l'on peut produire à volonté, explique pourquoi les plantes aquatiques ont, en général, des racines beaucoup plus développées.

Consistance. *C*. Relativement à sa *consistance*, la racine est *charnue*, lorsque, étant manifestement plus grosse et plus épaisse que la base de la tige, elle est en même temps plus succulente : telle est celle de la betterave, de la carotte, du navet, etc. Elle est *ligneuse*, au contraire, lorsque son parenchyme, plus solide, approche plus ou moins de la dureté du bois. C'est ce que l'on observe dans la plupart des végétaux ligneux.

Division.


Fig. VI.



D. La racine peut être *simple* (*simplex*), c'est à dire formée par un pivot absolument indivis (Fig. IV, VII, VIII), comme la betterave, le panais, la rave, etc. D'autres fois elle est *rameuse* (*ramosa*), ou divisée en ramifications plus ou moins nombreuses et déliées (Fig. VI), toujours de même nature qu'elle : telle est celle de la plupart des arbres de nos forêts, du chêne, de l'orme, etc.

Direction. *E*. Considérée quant à sa *direction*, la racine peut être *verticale*, comme celle de la carotte, de la rave ; *oblique*, ou enfin *horizontale*, comme dans le *rhus radicans*, l'orme, etc. Assez souvent l'on trouve ces trois positions réunies dans les différentes ramifications d'une même racine.

Fig. VII.

Formes. *F*. Les formes les plus remarquables sont les suivantes :

1° *Fusiforme*, ou en fuseau (*fusiformis*), lorsqu'elle est alongée, renflée à sa partie moyenne, et va en s'amincissant insensiblement à ses deux extrémités, comme la rave (Fig. VII).

2° *Napiforme*, ou en forme de toupie (*napiformis*), quand elle est simple, arrondie, et renflée à sa partie su-

Fig. VIII.



périeure, amincie et terminée brusquement en pointe inférieurement : le navet, le radis, etc. (Fig. VIII).

3° *Conique* (*conica*), celle qui présente la forme d'un cône renversé: la betterave, le panais, la carotte. (Fig. IV.)

4° *Arrondie* ou presque ronde (*subrotunda*), comme dans le *bunium bulbocastanum*, etc.

5° *Noueuse* ou *filipendulée* (*nodosa*), lorsque les ramifications de la racine présentent de distance en distance des espèces de renflemens ou de nœuds [1] qui lui donnent quelque ressemblance avec un chapelet ; c'est ce que l'on observe dans la filipendule.

6° *Grenue* (*granulata*), celle qui présente sur différens points de son étendue de petits bourgeons souterrains écailleux et pisiformes : par exemple dans la saxifrage grenue.

7° *Fasciculée* (*fasciculata*), quand elle est formée par la réunion d'un grand nombre de fibres renflées plus ou moins alongées, partant toutes de la base de la tige, comme celles des asphodèles, des dahlias (Fig. V), des renoncules [2].

8° On appelle racine *capillaire* (*capillaris*) celle qui est formée de fibres capillaires très déliées, comme dans la plupart des Graminées, le blé, l'orge.

9° *Chevelue* (*comosa*), quand les filets capillaires sont rameux et très serrés, comme dans les bruyères.

Organes confondus avec la racine.

La manière plus précise et plus physiologique dont nous avons défini et limité la racine nous fera facilement reconnaître qu'on a fréquemment confondu avec les racines proprement dites plusieurs organes différens, tels que des souches ou tiges souterraines, et des tubercules ou bulbes. Ainsi, les tiges souterraines des iris, du sceau de Salomon, de la gratiole et d'une foule d'autres végétaux, ont été décrites sous les noms de racines *horizontale*, *sigillée, articulée*, etc. Mais, ainsi que nous le démontrerons dans le

[1] Ces nœuds ne doivent pas être confondus avec les véritables tubercules, qui renferment toujours les rudimens de nouvelles tiges.

[2] Celles des renoncules, formées de fibres plus courtes et plus serrées, portent en général le nom de griffes.

chapitre suivant, ce ne sont pas des racines, mais de véritables tiges horizontales et souterraines. Il en est de même des tubercules de la pomme de terre, qui ne sont que des tiges souterraines et renflées. Les bulbes charnus et solides qu'on remarque à la base de la tige et sous la terre, dans un grand nombre de genres de la famille des Orchidées, ont aussi été classés parmi les racines par la plupart des botanistes. C'est ainsi qu'on leur a donné le nom de racine *didyme*, quand elle est composée de deux tubercules entiers et rapprochés par l'une de leurs extrémités, comme dans les *orchis morio*, *militaris*, *mascula*, etc. Quand ils sont partagés en lobes à peu près jusqu'à la moitié de leur épaisseur, on disait que la *racine* était *palmée*, comme dans l'*orchis maculata*. Elle était au contraire *digitée*, quand les divisions du tubercule arrivaient presque jusqu'à la base, comme dans le *satyrium albidum*. Voyez au chapitre III.

Quant à la structure anatomique de la racine, nous n'en ferons l'exposition qu'après celle de la tige, parce que ces deux organes offrent beaucoup d'analogie sous ce rapport.

Usages et fonctions des racines.

Fonctions.

Les racines servent 1° à fixer le végétal à la terre ou au corps sur lequel il doit vivre; 2° à y puiser une partie des matériaux nécessaires à son accroissement.

Elles fixent le végétal au sol.

Les racines de beaucoup de plantes ne paraissent remplir que la première de ces fonctions. C'est ce que l'on observe principalement dans les plantes grasses et succulentes, qui absorbent par tous les points de leur surface exposés à l'air les substances propres à leur nutrition. Dans ce cas, leurs racines ne servent qu'à les fixer au sol. Tout Paris a pu admirer le magnifique cierge du Pérou (*cactus peruvianus*) qui existait, il y a quelques années, dans les serres du Muséum d'histoire naturelle. Ce végétal, qui était d'une hauteur extraordinaire, poussait avec une extrême vigueur des rameaux énormes, et souvent avec une rapidité surprenante; ses racines étaient renfermées dans une caisse qui contenait à peine trois à quatre pieds cubes d'une terre que l'on ne renouvelait et n'arrosait jamais.

Les racines des plantes ne sont pas toujours en proportion avec la force et la grandeur des tiges qu'elles supportent. Les Palmiers et les Conifères, dont le tronc acquiert quelquefois une hauteur de plus de cent pieds, ont des racines courtes, s'étendant peu profondément dans la terre, et ne les y fixant que faiblement. Des plantes herbacées, au contraire, dont la tige faible et grêle meurt chaque année, ont quelquefois des racines d'une force et d'une longueur considérables relativement à celles de la tige, comme on l'observe dans la réglisse, la luzerne, et dans l'*ononis arvensis* (qui, à cause de la ténacité et de la profondeur de ses racines, a été appelé *arrête-bœuf*).

Proportion des racines relativement à la tige.

L'usage principal des racines est d'absorber dans le sein de la terre l'eau chargée des substances qui doivent servir à l'accroissement du végétal. Mais tous les points de la racine ne concourent pas à cette fonction. Ce n'est que par l'extrémité de leurs fibres les plus déliées que s'exerce cette absorption.

Elles absorbent les fluides nutritifs.

Ces fibres sont terminées par les *spongioles*, ou extrémités des fibres radicellaires, seules parties par lesquelles se fait la succion des liquides.

Par les spongioles.

Il n'est point d'expérience plus facile à faire que celle au moyen de laquelle on démontre d'une manière péremptoire le point de la racine par lequel se fait l'absorption. Si l'on prend un radis ou un navet, qu'on le plonge dans l'eau par l'extrémité de la radicule qui le termine, il poussera des feuilles et végétera. Si, au contraire, on le place dans l'eau de manière à ce que son extrémité inférieure soit hors du liquide, il ne donnera aucun signe de développement.

Les racines de certaines plantes paraissent excréter une matière particulière, différente dans les diverses espèces. Duhamel rapporte qu'ayant fait arracher de vieux ormes, il trouva la terre qui environnait les racines plus onctueuse et d'une couleur plus foncée. Cette matière onctueuse et grasse était le produit d'une sorte d'excrétion faite par les racines. Lorsque l'on fait végéter des jacinthes, des narcisses ou toute autre plante dans l'eau, on voit la surface des racines se recouvrir d'une sorte d'enduit muqueux, qui finit par communiquer à l'eau une odeur plus ou moins désagréable et fétide, et qui est une véritable excrétion de la racine. C'est à cette

Excrétions des racines.

matière, qui, comme nous l'avons dit, est différente dans chaque espèce végétale, que l'on a attribué les sympathies et les antipathies que certains végétaux ont les uns pour les autres. On sait, en effet, que certaines plantes se recherchent en quelque sorte, et vivent constamment les unes à côté des autres, ce qui forme les *plantes sociales;* tandis qu'au contraire d'autres semblent ne pouvoir croître dans le même lieu.

Tendance des racines vers la bonne terre.

On a remarqué que les racines ont une tendance marquée à se diriger vers les veines de bonne terre, et que souvent elles s'alongent considérablement pour se porter vers les lieux où la terre est plus meuble et plus substantielle : elles s'y développent avec plus de force et de rapidité. Duhamel dit que, voulant garantir un champ de bonne terre des racines d'une rangée d'ormes qui s'y étendaient et en épuisaient une partie, il fit faire le long de cette rangée d'arbres une tranchée profonde qui coupa toutes les racines qui s'étendaient dans le champ. Mais bientôt les nouvelles racines, arrivées à l'un des côtés du fossé, se recourbèrent en suivant la pente de celui-ci jusqu'à la partie inférieure : là, elles se portèrent horizontalement sous le fossé, se relevèrent ensuite de l'autre côté, en suivant la pente opposée, et s'étendirent de nouveau dans le champ.

Leur force de pénétration.

Les racines, dans tous les arbres, n'ont pas la même force pour pénétrer dans le tuf. Le même Duhamel a fait l'observation qu'une racine de vigne avait pénétré profondément dans un tuf très dur, tandis qu'une racine d'orme avait été arrêtée par sa dureté, et avait en quelque sorte rebroussé chemin.

Tendance des racines vers le centre de la terre.

La racine, ainsi que nous l'avons dit précédemment, a une tendance naturelle et invincible à se diriger vers le centre de la terre. Cette tendance se remarque surtout dans cet organe, au moment où il commence à se prononcer, à l'époque de la germination de l'embryon; plus tard elle est moins manifeste, quoiqu'elle existe toujours, surtout dans les racines qui sont simples, ou dans le pivot des racines rameuses; car elle est souvent nulle dans les ramifications latérales de la racine.

Quels que soient les obstacles que l'on cherche à opposer à cette tendance naturelle de la radicule, elle sait les surmonter. Ainsi, disposez une graine germante de fève ou de pois de manière que les

cotylédons soient placés dans la terre et la radicule en l'air, vous verrez bientôt cette radicule se recourber vers la terre pour aller s'y enfoncer. On a donné beaucoup d'explications diverses de ce phénomène : les uns ont dit que la racine tendait à descendre, parce que les fluides qu'elle contenait étaient moins élaborés, et par conséquent plus lourds que ceux de la tige ; mais cette explication est contredite par les faits. En effet, ne voit-on pas dans certains végétaux exotiques, tels que le *clusia rosea*, etc., des racines se développer sur la tige à une hauteur très considérable, et descendre perpendiculairement pour s'enfoncer dans la terre? Or, dans ce cas, les fluides contenus dans ces racines aériennes sont de la même nature que ceux qui circulent dans la tige ; et néanmoins ces racines, au lieu de s'élever comme elle, descendent au contraire vers la terre. Ce n'est donc pas la différence de pesanteur des fluides qui leur donne cette tendance vers le centre de la terre.

Causes de cette action.

D'autres ont cru trouver cette cause dans l'avidité des racines pour l'humidité, humidité qui est plus grande dans la terre que dans l'atmosphère. Duhamel, voulant s'assurer de la réalité de cette explication, fit germer des graines entre deux éponges humides et suspendues en l'air : les racines, au lieu de se porter vers l'une ou l'autre des deux éponges bien imbibées d'humidité, glissèrent entre elles, et vinrent pendre au dessous, en tendant ainsi vers la terre. Ce n'est donc pas l'humidité qui attire les racines vers le centre de la terre.

Expériences de Duhamel.

Serait-ce la terre elle-même par sa nature et par sa masse? L'expérience contredit encore cette explication. M. Dutrochet remplit de terre une caisse dont le fond était percé de plusieurs trous; il plaça dans ces trous des graines de haricots germantes, et il suspendit la caisse en plein air à une hauteur de six mètres. De cette manière, dit-il, les graines, placées dans les trous pratiqués à la face inférieure de la caisse, recevaient de bas en haut l'influence de l'atmosphère et de la lumière : la terre humide se trouvait placée au dessus d'elles. Si la cause de la direction de cette partie existait dans sa tendance pour la terre humide, on devait voir la radicule monter dans la terre placée au dessus d'elle, et la tige au contraire descendre vers l'atmosphère placée au dessous : c'est ce qui n'eut point lieu. Les radicules des graines des-

Expériences de Dutrochet.

cendirent dans l'atmosphère, où elles ne tardèrent pas à se dessécher; les plumules, au contraire, se dirigèrent en haut dans la terre.

Roues tournantes de M. Knight.

M. Knight, célèbre physicien anglais, a voulu s'assurer par l'expérience si cette tendance ne serait pas détruite par le mouvement rapide et circulaire imprimé à des graines germantes. Il fixa des graines de haricots dans les augets d'une roue mue continuellement par un filet d'eau dans un plan vertical, cette roue faisant cent cinquante révolutions en une minute. Ces graines, placées dans de la mousse sans cesse humectée, ne tardèrent pas à germer; toutes les radicules se dirigèrent vers la circonférence de la roue, et toutes les gemmules vers son centre. Par chacune de ces directions, les radicules et les gemmules obéissaient à leurs tendances naturelles et opposées. Le même physicien fit une expérience analogue avec une roue mue horizontalement et faisant deux cent cinquante révolutions par minute; les résultats furent semblables, c'est à dire que toutes les radicules se portèrent vers la circonférence et les gemmules vers le centre, mais avec une inclinaison de dix degrés des premières vers la terre, et des secondes vers le ciel. Ces expériences, répétées par M. Dutrochet, ont eu les mêmes résultats, excepté que dans la seconde l'inclinaison a été beaucoup plus considérable, et que les radicules et les gemmules sont devenues presque horizontales.

Des diverses expériences rapportées ci-dessus il résulte évidemment que les racines se dirigent vers le centre de la terre, non parce qu'elles contiennent un fluide moins élaboré, ni parce qu'elles y sont attirées par l'humidité ou par la nature même de la terre, mais par un mouvement spontané, une force intérieure, une sorte de soumission aux lois générales de la gravitation, à moins qu'on ne veuille admettre dans l'axe végétal une propriété spéciale, une sorte de *polarité* qui entraîne chacune de ses deux extrémités dans un sens opposé.

Les plantes parasites n'obeissent pas à cette loi générale.

Mais, quoiqu'on puisse dire que cette loi de la tendance des racines vers le centre de la terre soit générale, néanmoins quelques végétaux semblent s'y soustraire : telles sont en général toutes les plantes parasites, et le gui (*viscum album*) en particulier. Cette plante singulière, qui vit en parasite sur le pommier, le peuplier, et

une foule d'autres arbres où elle forme des touffes d'un beau vert, pousse en effet sa radicule dans quelque position que le hasard la place ; ainsi, quand la graine, qui est enveloppée d'une glu épaisse et visqueuse, vient à se coller sur la partie supérieure d'une branche, sa radicule, qui est une sorte de tubercule évasé en forme de cor de chasse, se trouve alors perpendiculaire à l'horizon : si, au contraire, la graine est placée à la partie inférieure de la branche, la radicule se dirige vers le ciel. La graine est-elle située sur les parties latérales de la branche, la radicule se dirige latéralement. En un mot, dans quelque position que la graine soit fixée sur la branche, la radicule se dirige toujours perpendiculairement à l'axe de la branche.

Expériences sur le Gui.

M. Dutrochet a fait sur la germination de cette graine un grand nombre d'expériences pour constater la direction de la radicule. Nous rapporterons ici les plus intéressantes. Cette graine, qui trouve dans la glu qui l'enveloppe les premiers matériaux de son accroissement, germe et se développe non seulement sur du bois vivant ou mort, mais encore sur des pierres, du verre, et même sur du fer. M. Dutrochet en a fait germer sur un boulet de canon. Dans tous les cas la radicule s'est toujours dirigée vers le centre de ces corps. Ces faits prouvent, ainsi que le remarque cet ingénieux expérimentateur, que ce n'est pas vers un milieu propre à sa nutrition que l'embryon du gui dirige sa radicule, mais que celle-ci obéit à l'attraction des corps sur lesquels la graine est fixée, quelle que soit leur nature.

Mais cette attraction n'est qu'une cause éloignée de la tendance de la racine du gui vers les corps. La véritable cause est un mouvement intérieur et spontané exécuté par l'embryon à l'occasion de l'attraction exercée sur sa radicule. M. Dutrochet colle une graine de gui germée à l'une des extrémités d'une aiguille de cuivre, semblable à une aiguille de boussole, et placée de même sur un pivot ; une petite boule de cire mise à l'autre extrémité forme le contrepoids de la graine. Les choses ainsi disposées, M. Dutrochet approche latéralement de la radicule une petite planche de bois, à environ un millimètre de distance. Cet appareil est ensuite recouvert d'une cloche de verre, afin de le garantir de l'action des agens extérieurs. Au bout de cinq jours la tige de l'embryon s'est

fléchie, et a dirigé la radicule vers la petite planche qui l'avoisinait, sans que l'aiguille ait changé de position, malgré son extrême mobilité sur le pivot. Deux jours après, la radicule était dirigée perpendiculairement vers la planche avec laquelle elle s'était mise en contact, sans que l'aiguille qui portait la graine ait éprouvé le moindre dérangement.

La radicule du gui présente encore une autre tendance constante, c'est celle de fuir la lumière. Faites germer des graines de gui sur la face interne des vitres d'une croisée d'appartement, et vous verrez toutes les radicules se diriger vers l'intérieur de l'appartement pour y chercher l'obscurité. Prenez une de ces graines germées, appliquez-la sur la vitre en dehors de l'appartement, et sa radicule s'appliquera contre la vitre, comme si elle tendait vers l'intérieur de l'appartement pour fuir la lumière.

Usages économiques des racines.

Dans l'économie domestique, beaucoup de racines sont utilement employées comme alimens. Ainsi les carottes, les navets, les panais, les salsifis, et beaucoup d'autres racines sont trop universellement usitées pour que nous soyons obligé d'entrer dans des détails à cet égard.

On extrait de la betterave, par des procédés que la chimie a singulièrement perfectionnés, un sucre identique avec celui de cannes, et qui peut avantageusement remplacer celui que nous tirons à grands frais des colonies. Ce principe existe aussi dans la carotte, le navet et un grand nombre d'autres racines.

Certaines plantes ayant la faculté de pousser des racines qui se ramifient et s'étendent à de grandes distances, on s'en est servi pour consolider les terrains mouvans. C'est ainsi qu'en Hollande, aux environs de Bordeaux, on plante le *Carex arenaria*, l'*Arundo arenaria*, sur les dunes et les bords des canaux, afin de fixer les terres. Dans plusieurs autres pays on plante, pour remplir le même objet, l'*Hippophae rhamnoides* ou argousier, le genêt d'Espagne, etc.

Plusieurs racines sont employées avec avantage dans la teinture. Telles sont celles de garance, d'orcanette, d'épine-vinette, de curcuma, etc.

Usages médicinaux.

Quant aux usages médicinaux des racines, on sait que la thérapeutique leur emprunte des médicamens précieux. Relativement à

la saveur qui y prédomine, les racines officinales ont été divisées en :

§ 1. *Racines fades :* principe muqueux ou amylacé.
Guimauve officinale (*Althæa officinalis, L.*).
Grande Consoude (*Symphytum officinale, L.*).
Chiendent (*Triticum repens, L.*), etc., etc.

§ 2. *Racines douces et sucrées.*
Réglisse (*Glycyrrhiza glabra, L.*).
Polypode (*Polypodium commune, L.*), etc., etc.

§ 3. *Racines peu sapides,* ou légèrement *amères.*
Salsepareille (*Smilax Sarsaparilla, L.*).
Squine (*Smilax China, L.*).
Bardane (*Arctium Lappa, L.*).
Patience (*Rumex Patientia, L.*).

§ 4. *Racines aromatiques* et odorantes.
Valériane (*Valeriana officinalis, L.*).
Serpentaire de Virginie (*Aristolochia serpentaria, L.*).
Angélique (*Angelica Archangelica, L.*).
Aunée (*Inula Helenium, L.*).
Benoite (*Geum urbanum, L.*).
Raifort (*Cochlearia armoracia, L.*).
Ginseng (*Panax quinquefolium,* Lamk.).

§ 5. *Racines amères.*
Grande Gentiane (*Gentiana lutea, L.*).
Rhubarbe (*Rheum palmatum* et *R. undulatum, L.*).
Columbo (*Cocculus palmatus, DC.*).
Polygala amer (*Polygala amara, L.*).
Chicorée sauvage (*Cichorium Intybus, L.*).

§ 6. *Racines acerbes.*
Bistorte (*Polygonum Bistorta, L.*).
Tormentille (*Tormentilla erecta, L.*).

§ 7. *Racines âcres et nauséabondes.*
Ipécacuanha annelé [1] (*Cephælis Ipecacuanha,* Rich.).
Ipécacuanha simple ou strié (*Psychotria emetica, L.*).

[1] *Voyez* mon Mémoire sur les deux espèces d'*ipécacuanha* tirées de la famille des *Rubiacées,* inséré dans les bulletins de la Société de la Faculté pour l'année 1818, et mon Histoire naturelle et médicale des différentes espèces d'ipécacuanha du commerce. Paris, 1820, Un vol. in-4°, fig. Chez Béchet jeune.

Cabaret (*Asarum europæum, L.*).
Hellébore noir (*Helleborus niger*).
Hellébore blanc (*Veratrum album*).
Jalap (*Convolvulus Jalapa, L.*), etc., etc.

CHAPITRE II.

DE LA TIGE (*Caulis, L.*).

Définition.

Nous venons de voir la racine tendre généralement à s'enfoncer vers le centre de la terre. La *tige*, au contraire, est cette partie de la plante qui, croissant en sens inverse de la racine, cherche l'air et la lumière, et sert de support aux feuilles, aux fleurs et aux fruits, lorsque la plante en est pourvue. Rappelons-nous cependant que la prolongation inférieure de l'axe végétal fait également partie de la tige, dans laquelle on peut ainsi reconnaître une portion aérienne ou tige proprement dite, et une portion souterraine ou souche.

Tous les végétaux ont une tige.

Tous les végétaux Phanérogames ont une tige proprement dite. Mais quelquefois cette tige est si peu développée, tellement courte, qu'elle paraît ne pas exister. Les plantes qui offrent cette disposition ont été dites sans tige ou *acaules*; telles sont la primevère, la jacinthe et beaucoup d'autres.

Hampe.

Ne confondons pas avec la véritable tige la *Hampe* et le *Pédoncule radical*. La *Hampe* (*Scapus*) est un support de fleurs nu, ou un pédoncule ne portant pas de feuilles, qui part du collet de la racine, et qui se termine par une ou plusieurs fleurs, comme dans la jacinthe.

Pédoncule radical.

Le *Pédoncule radical* (*Pedunculus radicalis*) diffère de la Hampe en ce qu'au lieu de naître du centre d'un assemblage de feuilles radicales il sort de l'aisselle d'une de ces feuilles : par exemple dans les plantains (*Plantago media*, *P. lanceolata*, etc.), les primevères, etc.

Cinq espèces de tiges :

On distingue cinq espèces principales de tiges, fondées sur leur organisation et leur mode particulier de développement. Ces es-

pèces sont : 1° le *Tronc*, 2° le *Stipe*, 3° le *Chaume*, 4° la *Souche*, 5° la *Tige* proprement dite.

1° On appelle *Tronc* (*Truncus*) la tige des arbres de nos forêts, du chêne, du sapin, du frêne, etc. Il a pour caractères d'être ligneux, conique, alongé, c'est à dire d'offrir sa plus grande épaisseur à sa base. Il est nu et simple inférieurement, terminé à son sommet par des divisions successivement plus petites, auxquelles on a donné les noms de branches, de rameaux et de ramilles ou ramuscules, et qui portent ordinairement les feuilles et les organes de la reproduction. Le tronc est propre aux arbres dicotylédonés ; composé intérieurement de couches concentriques, ou de cônes emboîtés, il croît en longueur et en épaisseur par l'addition de nouvelles couches à sa circonférence. 1° Tronc.

2° Le *Stipe* (*Frons, Stipes* de Linné) est une sorte de tige qu'on n'observe que dans les arbres monocotylédonés, tels que les Palmiers, les *Dracœna*, les *Yucca*, et dans certains dicotylédons, savoir, le *Cycas* et le *Zamia*. Il est formé par une espèce de colonne[1] cylindrique, c'est à dire aussi grosse à son sommet qu'à sa base (ce qui est le contraire dans le tronc), souvent même plus renflée à sa partie moyenne qu'à ses deux extrémités, rarement ramifiée, couronnée à son sommet par un bouquet de feuilles entremêlées de fleurs. Son écorce, lorsqu'il en a une, est ordinairement peu distincte du reste de la tige. Son accroissement en hauteur se fait par le développement du bouton qui le termine supérieurement ; il s'accroît en épaisseur par la multiplication des filets vasculaires qu'il contient dans son intérieur. 2° Stipe.

Nous ferons voir bientôt, en traitant de la structure anatomique des tiges, que le stipe ne diffère pas moins du tronc par son organisation intérieure que par les caractères physiques que nous venons d'indiquer.

3° Le *Chaume* (*Culmus*) est propre aux Graminées, c'est à dire au blé, à l'orge, à l'avoine, etc., aux Cypéracées et aux joncs, etc. C'est une tige simple, rarement ramifiée, le plus souvent fistuleuse [2] (c'est à dire creuse dans son intérieur), et séparée de 3° Chaume

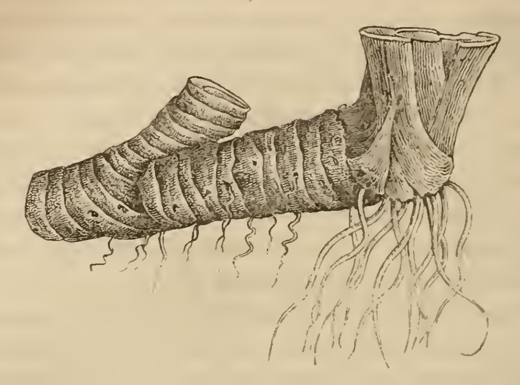
[1] On le désigne souvent par le nom de tronc ou tige à colonne.

[2] Quelquefois cependant elle est pleine intérieurement, comme dans la canne à sucre, le maïs.

distance en distance par des espèces de *nœuds* ou cloisons, desquels partent des feuilles alternes et engaînantes.

4° Souche. 4° La *Souche* ou *Rhizoma* [1] (Fig. IX). On a donné ce nom aux

Fig. IX.



tiges souterraines et horizontales des plantes vivaces, cachées entièrement ou en partie sous la terre, poussant de leur extrémité antérieure de nouvelles tiges, à mesure que leur extrémité postérieure se détruit. C'est à cette tige souterraine que l'on donne, en général, les noms impropres de *racine progressive*, de *racine succise;* exemple : l'iris, la scabieuse succise, le sceau de Salomon. Outre sa direction à peu près horizontale sous la terre, un des caractères principaux de la souche, caractère qui la distingue de la racine, c'est d'offrir toujours sur quelques points de son étendue les traces des feuilles des années précédentes, ou des écailles qui en tiennent lieu, et de s'accroître par sa base ou point le plus rapproché des feuilles ; ce qui est le contraire pour la véritable racine.

Le nombre des plantes pourvues de souche ou de tige souterraine est beaucoup plus considérable qu'on ne l'imagine communément. Un grand nombre de plantes dites sans tiges, ou acaules, et de plantes vivaces, sont pourvues d'une souche plus ou moins développée. C'est ce que l'on observe, par exemple, dans la sylvie (*anemone nemorosa*), la moschatelline (*adoxa moschatellina*), le *paris quadrifolia,* etc. La partie de ces plantes qui a été dé-

[1] Rhizoma, dérivé de ῥιζα, racine, et σωμα, corps.

crite comme une racine tubéreuse, est une véritable souche.

C'est à la souche ou tige souterraine qu'on doit rapporter, ainsi que nous l'avons déjà annoncé dans le chapitre précédent, plusieurs autres modifications qu'on avait à tort regardées comme des racines ; telles sont les prétendues racines *horizontale* des Iris, *succise* des scabieuses, *articulée* des gratioles, *sigillée* du sceau de Salomon, *contournée* de la bistorte. Toutes ces prétendues racines ne sont en effet que des tiges souterraines, et ce sont les fibres cylindriques qui en naissent qui seules constituent la vraie racine.

5° Enfin l'on donne le nom commun et général de *tiges* à celles qui, différentes des quatre espèces précédentes, ne peuvent être rapportées à aucune d'elles. Le nombre des végétaux pourvus d'une tige proprement dite est beaucoup plus considérable que celui des végétaux qui ont un stipe, une souche, un chaume ou un tronc. 5° Tige proprement dite.

Nous allons maintenant étudier la tige en général, quant aux modifications qu'elle peut offrir.

A. Sous le rapport de la *consistance*, on distingue la tige : Sa consistance.

1° *Herbacée* (*herbaceus*), celle qui est tendre, verte, et périt chaque année : telles sont celles des plantes annuelles, bisannuelles et vivaces, le mouron des champs, la bourrache, la consoude, etc. Toutes ces plantes prennent le nom général d'herbes (*herbæ*).

2° *Demi-ligneuse* ou *sous-ligneuse* (*suffruticosus*), quand la base est ligneuse et persiste hors de terre un grand nombre d'années, tandis que les rameaux et les extrémités des branches périssent et se renouvellent tous les ans : telles sont celles de la rue odorante (*ruta graveolens*), du thym des jardins (*thymus vulgaris*), de la sauge officinale (*salvia officinalis*). Les végétaux qui offrent une semblable tige portent le nom de *sous-arbrisseaux* (*suffrutices*). Ils sont dépourvus de bourgeons écailleux.

3° *Ligneuse* (*lignosus*), quand la tige est persistante, et que sa dureté est semblable à celle que l'on connaît au bois en général. Les végétaux à tige ligneuse se divisent en :

Arbustes (*frutices*), quand ils sont de petite taille, qu'ils se ramifient dès leur base et ne portent pas de bourgeons écailleux ; par exemple, les bruyères, les daphné, les phylica.

Arbrisseaux (*arbusculæ*), s'ils sont ramifiés dès leur base et portent des bourgeons écailleux, comme le noisetier et le lilas, etc.

Enfin ils retiennent le nom d'*arbres* proprement dits, lorsqu'ils présentent un tronc d'abord simple et nu dans sa partie inférieure, ramifié seulement vers sa partie supérieure : le chêne, l'orme, le pin, etc.

Cette division est tout à fait arbitraire, et n'existe point dans la nature. En effet, un arbre de la même espèce peut offrir ces trois modifications de grandeur, suivant les expositions auxquelles il est soumis, ou par l'art du cultivateur. Ainsi, l'ormille, le petit buis, dont on fait des bordures de plates-bandes dans nos jardins, en ayant soin de les tailler fréquemment, et qui souvent n'ont pas plus de quatre à six pouces d'élévation, sont absolument de la même espèce que l'orme et le buis ordinaire, dont les tiges, surtout celles du premier, s'élèvent ordinairement à une grande hauteur, lorsque ces végétaux sont abandonnés à eux-mêmes.

4° *Solide* ou *pleine* (*solidus*), quand elle n'offre aucune cavité intérieure. Par exemple, la canne à sucre, le tronc de la plupart des arbres. Cette épithète s'emploie toujours par opposition à la suivante.

5° *Fistuleuse* (*fistulosus*), offrant une cavité intérieure, continue ou séparée par des cloisons horizontales : l'*arundo donax*, l'angélique, l'*œnanthe fistulosa*, le bambou, le *cecropia peltata*, grand arbre de l'Amérique méridionale, dont le tronc toujours creux est pour cette raison nommé *bois-canon* par les habitans de la Guiane française.

6° *Médulleuse* (*medullosus*), remplie de moelle : l'hyèble, le sureau, le figuier.

7° *Spongieuse* (*spongiosus*), formée intérieurement d'un tissu cellulaire élastique, spongieux, compressible, retenant l'humidité à la manière des éponges : ex., *typha latifolia*, *scirpus lacustris*, etc.

8° *Molle* (*mollis, flaccidus*), quand elle ne peut se soutenir d'elle-même et qu'elle tombe sur la terre : par exemple, le mouron des champs (*anagallis arvensis*).

9° *Ferme* ou *raide* (*rigidus*), lorsqu'elle s'élève directement et se soutient droite : ex., la bistorte (*polygonum bistorta*).

10° *Flexible* (*flexibilis*), quand on peut la plier ou la fléchir aisément sans qu'elle se rompe : l'osier.

11° *Cassante* (*fragilis*), quand elle est raide et se casse facilement : celle de l'herbe à Robert (*geranium robertianum*), les différentes espèces de charagnes, etc.

12° *Charnue* (*succulentus*), celle qui renferme une grande quantité de sucs ou de substance aqueuse : par exemple, la bourrache, le pourpier.

Les tiges *charnues* peuvent être *laiteuses*, c'est à dire renfermer un suc blanchâtre et lactiforme ou jaunâtre, comme les euphorbes, la grande éclaire (*chelidonium majus*), le pavot, etc.

B. Quant à sa *forme*, la tige peut offrir un grand nombre de modifications; ainsi on l'appelle : Sa forme.

1° *Cylindrique*[1] (*cylindricus*, *teres*), quand sa forme générale approche de celle d'un cylindre, c'est à dire que sa section transversale offre un cercle dont les différens diamètres sont à peu près égaux. Cette forme se trouve dans le tronc de la plupart des arbres de nos forêts, et dans une foule de plantes herbacées, comme la stramoine (*datura stramonium*), le lin, etc.

2° *Effilée* (*virgatus*), ou en baguette, celle qui est grêle, longue, droite, et s'alonge considérablement en diminuant de la base vers le sommet : telle est celle de la guimauve (*althæa officinalis*), de la gaude (*reseda luteola*), de la salicaire (*lythrum salicaria*).

3° *Comprimée* (*compressus*), lorsqu'elle est légèrement aplatie sur deux côtés opposés (le *poa compressa*).

4° *Ancipitée* (*anceps*), quand la compression est portée jusqu'au point de former deux tranchans semblables à ceux d'un glaive. Ex : l'androsème (*androsæmum officinale*), le *poa anceps*, etc.

5° *Angulée* (*angulatus*), lorsqu'elle est marquée d'angles ou de lignes saillantes longitudinales, dont le nombre est déterminé.

Selon que ces angles sont aigus ou obtus, on la dit :

Acutangulée ou *obtusangulée*.

[1] Remarquons ici que dans le règne organique les formes géométriques ne sont jamais aussi régulières, aussi rigoureusement déterminées que dans les minéraux. Ainsi, quand on dit d'une tige qu'elle est *cylindrique*, on exprime seulement par ce mot que c'est du cylindre que sa forme se rapproche davantage.

Suivant le nombre des angles, et par conséquent des faces distinctes qu'elle présente, on la nomme :

Triangulaire, *trigone* ou *triquètre* (*triangularis*, *trigonus*, *triqueter*), quand elle offre trois angles : tels sont beaucoup de *carex*, le *scirpus sylvaticus*, etc.

Quadrangulaire, *tétragone* (*quadrangularis*, *tetragonus*), quand elle a quatre angles et quatre faces. Si les angles sont égaux ainsi que les faces, elle est carrée : telles sont la plupart des Labiées, comme la menthe, la sauge, le marrube, etc.

Pentagone (*pentagonus*), lorsqu'elle présente cinq faces.

Hexagone (*hexagonus*), quand elle en offre six.

6° On dit de la tige qu'elle est *anguleuse* (*angulosus*), lorsque le nombre des angles est très considérable, ou que l'on ne veut pas le déterminer avec précision.

7° *Noueuse* (*nodosus*), offrant des nœuds ou renflemens solides de distance en distance : les Graminées, le *geranium robertianum*.

8° *Articulée* (*articulatus*), formée d'articulations superposées et réunies bout à bout : le gui, beaucoup de Caryophyllées, etc.

9° *Géniculée* (*geniculatus*), quand les articulations sont fléchies angulairement : exemple, l'*alsine media*, le *geranium sanguineum*.

10° *Sarmenteuse* (*sarmentosus*), une tige frutiqueuse trop faible pour pouvoir se soutenir elle-même, et s'élevant sur les corps voisins, soit au moyen d'appendices particuliers, nommés *vrilles*, soit par sa simple torsion autour de ces corps : par exemple, la vigne, le chèvre-feuille.

11° *Grimpante* (*scandens*, *radicans*), celle qui s'élève sur les corps environnans et s'y attache au moyen de racines, comme le lierre (*hedera helix*), le *bignonia radicans*, etc.

12° *Volubile* (*volubilis*), la tige qui s'entortille en forme de spirale autour des corps voisins. Une chose bien digne de remarque, c'est que les mêmes plantes ne commencent point leur spirale indistinctement à droite ou à gauche. Elles se dirigent constamment du même côté dans une même espèce. Ainsi, quand la spirale a lieu de droite à gauche, la tige est dite *dextrorsùm volubilis*, comme dans le haricot, le dolichos, le liseron. On dit au contraire qu'elle est *sinistrorsùm volubilis* quand elle commence

sa spirale de gauche à droite : par exemple, le houblon, le chèvre-feuille.

13° *Grêle* (*gracilis*), quand elle est très longue en comparaison de sa grosseur : par exemple, la *stellaria holostea*, l'*orchis conopsea*, etc.

14° *Filiforme* (*filiformis*), quand elle est fort grêle et couchée à terre, comme dans le canneberge (*vaccinium oxycoccos*).

C. D'après sa *composition*, on distingue la tige en : Sa composition.

1° *Simple* (*simplex*), lorsqu'elle est sans ramifications marquées : exemple, le bouillon-blanc (*verbascum thapsus*), la digitale pourprée (*digitalis purpurea*).

2° *Rameuse* (*ramosus*), divisée en branches et en rameaux. La tige peut être rameuse dès sa base (*basi ramosus*), comme l'ajonc ou landier (*ulex europæus*), ou seulement vers son sommet (*apice ramosus*).

3° *Dichotome* (*dichotomus*), lorsqu'elle se divise par bifurcations successives : telle est celle de la mâche (*valerianella locusta*), de la stramoine (*datura stramonium*).

4° *Trichotome* (*trichotomus*), se divisant par trifurcations, comme dans la belle-de-nuit (*nyctago hortensis*).

Quant à la disposition des rameaux, relativement à la tige, comme leurs diverses modifications sont parfaitement analogues à celles que nous observons dans les feuilles, nous croyons inutile d'en parler ici, ce que nous dirons bientôt de la position des feuilles sur la tige pouvant s'appliquer également à celle des branches et des rameaux.

D. Suivant sa *direction*, on dit que la tige est : Sa direction

1° *Verticale* ou *dressée*[1] (*verticalis, erectus*), quand elle est dans une direction verticale relativement à l'horizon : par exemple, celle de la raiponce (*campanula rapunculus*), de la linaire (*antirrhinum linaria*).

[1] Il ne faut pas confondre la tige droite (*rectus*) avec la tige dressée (*erectus*). La première s'élève directement sans former aucune courbure, aucune déviation latérale, comme dans le bouillon-blanc, par exemple ; la seconde, au contraire, n'exprime que l'opposition à tige couchée (*prostratus*). Une tige dressée peut donc ne point être droite ; de même une tige droite n'est pas nécessairement dressée.

2° *Couchée* (*prostratus, procumbens* [1], *humifusus* [2]), lorsqu'elle ne s'élève point, mais se couche sur la terre sans s'y enraciner : par exemple, la mauve (*malva rotundifolia*), le serpolet (*thymus serpyllum*), etc.

3° *Rampante* (*repens*), quand elle est couchée sur la terre, et qu'elle s'y enracine par tous les points de son étendue : exemple, la nummulaire (*lysimachia nummularia*).

4° *Traçante* ou *stolonifère* (*reptans s. stoloniferus*), poussant du pied principal des branches latérales grêles, nommées *stolons* ou *coulans*, susceptibles de s'enraciner et de reproduire de nouveaux pieds : par exemple, le fraisier (*fragaria vesca*).

5° *Oblique* (*obliquus*), s'élevant obliquement à l'horizon.

6° *Ascendante* (*ascendens*), formant à sa base une courbe dont la convexité regarde à terre, et redressée dans sa partie supérieure : par exemple, le trèfle commun (*trifolium pratense*), la véronique en épi (*veronica spicata*).

7° *Réclinée* (*reclinatus*), dressée, mais réfléchie brusquement à son sommet, comme, par exemple, quelques espèces de groseillers.

8° *Tortueuse* (*tortuosus*), formant plusieurs courbures en différens sens ; le *bunias cakile*, par exemple.

9° *Spiralée* (*spiralis*), formant des courbures en forme de spirale : par exemple, la plupart des *costus*.

Sa vestiture. *E.* D'après sa vestiture et ses appendices, la tige est :

1° *Feuillée* (*foliatus*), portant les feuilles : telles sont en général la plupart des tiges.

On dit, dans un autre sens, d'une tige, qu'elle est *feuillue* (*caulis foliosus*), quand elle est couverte d'un nombre très considérable de feuilles.

2° *Aphylle* ou sans feuilles (*aphyllus*), dépourvue de feuilles (la cuscute).

3° *Écailleuse* (*squammosus*), portant des feuilles en forme d'écailles : telles sont les orobanches.

4° *Ailée* (*alatus*), garnie longitudinalement d'appendices mem-

[1] *Prostratus*, couchée d'un seul côté.

[2] *Humifusus*, étalée en tous sens.

braneux ou foliacés, venant le plus souvent des feuilles, comme dans la grande consoude (*symphytum officinale*), le bouillon-blanc (*verbascum thapsus*).

F. En considérant la superficie de la tige, celle-ci est : Sa superficie.

1° *Unie* (*lævis*), quand la surface n'a aucune sorte d'aspérité ni d'éminences (*tamus communis*).

2° *Glabre* (*glaber*), dépourvue de poils : la pervenche (*vinca major*).

3° *Lisse* (*lævigatus*), glabre et unie.

4° *Pulvérulente* (*pulverulentus*), couverte d'une sorte de poussière produite par le végétal (*primula farinosa*).

5° *Glauque* (*glaucus*), quand cette poussière forme une couche extrêmement mince, qu'on enlève facilement, et qui est de couleur vert de mer[1] : par exemple, le *cucubalus behen*, la *chlora perfoliata*, le *magnolia glauca*, etc.

Cette couche légère et blanche est une exsudation de cire excrétée par la feuille elle-même, et qui la défend très bien contre l'humidité. Aussi peut-on plonger dans l'eau, sans que sa surface se mouille, une feuille glauque sur ses deux faces.

6° *Ponctuée* (*punctatus*), offrant des points plus ou moins saillans et nombreux, comme dans la rue (*ruta graveolens*). Ces points sont ordinairement de petites glandes vésiculeuses, remplies d'huile essentielle.

7° *Maculée* (*maculatus*), marquée de taches de couleur variée ; par exemple, le gouet (*arum maculatum*), la grande ciguë (*conium maculatum*), l'*orchis maculata*, etc.

8° *Rude* (*scaber, asper*), dont la surface offre au doigt une aspérité insensible à la vue, et qui paraît due à de très petits poils, rudes et extrêmement courts, comme dans l'herbe aux perles (*lithospermum arvense*).

9° *Verruqueuse* (*verrucosus*), offrant de petites excroissances calleuses (appelées gales ou verrues) : telle est la tige du fusain galeux (*evonymus verrucosus*).

10° *Subéreuse* (*suberosus*), celle dont l'écorce est de la nature

[1] C'est cette poussière que l'on désigne vulgairement sous le nom de *fleur* dans certains fruits, les prunes, le raisin, etc.

du liège, comme le liège proprement dit (*quercus suber*), et une variété de l'orme et de l'érable.

11° *Crevassée* ou *fendillée* (*rimosus*), offrant des fentes inégales et profondes, comme l'orme, le chêne, et un grand nombre d'autres arbres.

12° *Striée* (*striatus*), offrant de petites lignes longitudinales saillantes, nommées stries, comme l'oseille (*rumex acetosa*).

13° *Sillonnée* (*sulcatus*), présentant des sillons longitudinaux, plus ou moins profonds : la ciguë, le panais.

Sa pubescence. *G.* La pubescence de la tige, c'est à dire la nature et la disposition des poils qui peuvent recouvrir sa surface, lui a fait imposer les dénominations suivantes, qui sont également applicables aux autres parties de la plante qui peuvent offrir des poils, comme les feuilles, les calices, les péricarpes, etc.

1° *Pubescente* (*pubens*) [1], garnie de poils mous, très fins et rapprochés, mais distincts : par exemple, la digitale pourprée (*digitalis purpurea*), la saxifrage grenue (*saxifraga granulata*).

2° *Poilue* (*pilosus*), couverte de poils longs, mous et peu nombreux : exemple, l'aigremoine (*agrimonia eupatorium*), la renoncule âcre (*ranunculus acris*).

3° *Velue* (*villosus*), quand les poils sont mous, longs, très rapprochés.

4° *Laineuse* (*lanatus*), couverte de poils longs, un peu crépus et rudes, semblables à de la laine : par exemple, la *ballota lanata*.

5° *Cotonneuse*, quand les poils sont blancs, longs et doux au toucher comme du coton : exemple, le *stachys germanica*, l'*hieracium eriophorum*.

6° *Soyeuse* (*sericeus*), quand les poils sont longs, doux au tou-

[1] C'est à tort que l'on se sert du mot *pubescens* pour signifier une partie couverte de poils. Les Latins, que nous devons imiter servilement quand nous employons leur langue, se servaient du verbe *pubescere*, en parlant des végétaux, pour exprimer leur accroissement. C'est ainsi que Pline dit : *Jam pubescit arbor*, déjà l'arbre commence à croître ; tandis qu'il dit dans un autre lieu : *Folia quercûs pubentia*, pour exprimer la pubescence des feuilles du chêne. Il me semble, d'après cela, que nous n'avons rien de mieux à faire dans ce cas que de copier les Latins ; car, à coup sûr, ils devaient mieux connaître que nous la valeur et la propriété des mots de leur langue.

cher, luisans et non entremêlés, comme sont des fils de soie (*Protea argentea*).

7° *Tomenteuse* (*tomentosus*), quand les poils sont courts, entremêlés, et semblent être tissus comme un drap : exemple, le bouillon-blanc.

8° *Ciliée* (*ciliatus*), quand les poils sont disposés par rangées ou lignes plus ou moins régulières : exemple, la *veronica chamœdrys*, qui offre deux rangées opposées; le mouron des oiseaux, qui en présente une seule.

9° *Hispide* (*hispidus*), garnie de poils longs, raides et à base tuberculée ; comme le *galeopsis tetrahit*, le *sinapis arvensis*.

Par opposition à toutes ces expressions, une tige est *glabre* (*glaber*) quand elle est dépourvue de toute espèce de poils.

H. L'armure dont la tige est quelquefois revêtue la fait nommer: Son armure.

1° *Épineuse* (*spinosus*), armée d'épines [1] : *genista anglica*, *gleditschia ferox*, etc.

2° *Aiguillonneuse* (*aculeatus*), offrant des aiguillons (les rosiers).

3° *Inerme* (*inermis*), se dit par opposition aux deux expressions précédentes, c'est à dire sans épines ni aiguillons.

Structure anatomique des tiges.

En parlant précédemment de la distinction du *tronc* et du *stipe*, nous avons dit que ces deux espèces de tiges, dont l'une appartient à la grande classe des *Dicotylédons*, et l'autre aux *Monocotylédons*, différaient autant par leur structure intérieure et la disposition respective des parties élémentaires qui les composent que par leurs caractères extérieurs. C'est, comme nous l'exposerons bientôt, à M. Desfontaines que la science doit cette importante découverte. Ce savant botaniste est le premier qui ait fait connaître avec exactitude l'organisation intérieure ou structure anatomique de la tige des végétaux Monocotylédons. Mais il convient d'examiner séparément l'organisation des tiges des Dicotylédons, et ensuite celle des Monocotylédons.

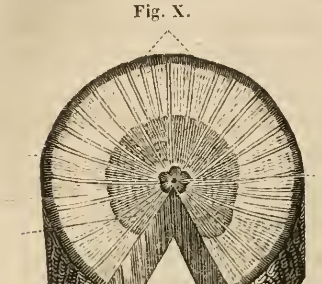
[1] Voyez plus loin la description des *épines* et des *aiguillons*.

SECTION PREMIÈRE.

ORGANISATION DE LA TIGE DES DICOTYLÉDONS.

Le tronc des arbres dicotylédonés, examiné dans son organisation intérieure, est formé de couches concentriques superposées,

Fig. X.

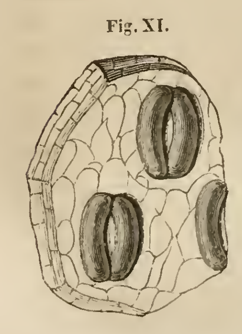


de sorte qu'il représente en quelque manière une suite d'étuis ou de cônes très alongés emboîtés les uns dans les autres, et augmentant d'étendue du centre à la circonférence. Coupé transversalement, il présente des espèces de cercles ou de zônes concentriques, et offre à considérer les objets suivans : 1° au centre, le *Canal médullaire*, formé de l'*Étui médullaire*, qui constitue les parois de ce canal, et de la *Moelle*, qui en occupe la cavité; 2° tout à fait à sa circonférence, on voit l'*Écorce*, qui se compose de l'*Épiderme*, ou de cette pellicule extérieure recouvrant toutes les parties du végétal; de l'*Enveloppe herbacée*, des *Couches corticales* et du *Liber*; 3° enfin, entre l'étui médullaire et l'écorce, se trouvent les *Couches ligneuses*, formées extérieurement par l'*Aubier* ou faux bois, intérieurement par le *Bois* proprement dit. Nous allons étudier successivement ces différentes parties en procédant de l'extérieur vers l'intérieur.

§ 1. *De l'Épiderme.*

Epiderme.

Fig. XI.



L'épiderme ou cuticule est une membrane transparente, incolore, qui recouvre toutes les parties du végétal exposées directement à l'action de l'air et des agens atmosphériques. Il est percé de petites ouvertures organisées qu'on désigne sous les noms de *pores corticaux* et de *stomates*, et c'est sur lui que naissent les poils dont sont quelquefois recouverts les organes des plantes.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'origine et la structure intime de cet organe, et deux opinions bien distinctes partagent encore aujourd'hui les phytotomistes. Les uns, à la tête desquels se place Malpighi, pensent que l'épiderme est formé par les utricules les plus extérieures du tissu cellulaire, épaissies et endurcies par l'action des agens atmosphériques. Les autres soutiennent avec Grew qu'il constitue une membrane tout à fait distincte du tissu sur lequel elle est appliquée.

Opinions diverses sur sa nature.

La première de ces opinions a été appuyée par Krocher dans une dissertation spéciale publiée à Hale en 1801, et plus tard par MM. Bawer, Rudolphi, Bernhardi, Link, Moldenhawer, et M. de Mirbel l'a de nouveau reproduite avec beaucoup de détails et en l'appuyant sur de nouvelles observations.

L'autre, au contraire, est défendue par de Saussure, Hedwig, MM. Treviranus, Amici et Adolphe Brongniart et plusieurs autres.

Décrivons d'abord l'épiderme tel qu'il se présente ordinairement, après quoi il nous sera plus aisé d'apprécier les opinions qui ont été émises sur sa nature.

L'épiderme est une membrane celluleuse composée d'une, de deux, ou même quelquefois de trois couches de cellules intimement unies entre elles (Pl. 4, fig. 1, 2). La forme de ces cellules ou utricules est variable, suivant les différentes espèces où on l'observe; très souvent elle est tout à fait différente de celle des utricules du tissu sous-jacent (Pl. 4, fig. 2, 3). Ainsi, dans l'œillet, M. Amici a reconnu que les utricules de l'épiderme ont une forme quadrilatère, tandis que la couche placée immédiatement au dessous consiste en de petits tubes ou utricules alongées et perpendiculaires. Les parois des utricules cuticulaires sont transparentes, incolores, et acquièrent ordinairement une épaisseur et une consistance notables. Ces utricules ne contiennent ordinairement aucuns corpuscules de chromule; cependant on en rencontre parfois dans quelques unes, mais généralement en petit nombre.

C'est une membrane celluleuse distincte.

Bénédict de Saussure avait annoncé en 1762 avoir détaché de la surface des feuilles de plusieurs végétaux une membrane incolore résistante, n'offrant aucune trace d'organisation, et qu'il considérait comme le véritable épiderme. Hedwig, en 1793, était arrivé

Pellicule extérieure de l'épiderme.

au même résultat. M. Adolphe Brongniart a publié (*Ann. sc. nat.* Févr. 1834) des observations curieuses et en grand nombre, qui semblent lui donner un nouveau degré de certitude. En effet, par le moyen d'une macération plus ou moins prolongée, il est parvenu à isoler des feuilles d'un grand nombre de végétaux, et entre autres du chou, de l'œillet, de l'agapanthus, du lis, de l'iris, etc., une membrane mince, non celluleuse, quelquefois seulement comme granuleuse, offrant des fentes en forme de boutonnières qui correspondent aux stomates ; et des lignes réticulées et transparentes, en rapport avec les lignes de jonction des utricules que recouvrait la membrane. De ces observations et de celles du professeur Henslow, de Cambrigde, qui sont tout à fait analogues, M. Brongniart arrive à cette conclusion que l'épiderme se compose de deux parties différentes : 1° une membrane ou pellicule extérieure simple, continue, sans texture appréciable ou d'une apparence granuleuse, percée d'ouvertures alongées en forme de boutonnières, qui correspondent au milieu des stomates ; 2° d'une, ou plus rarement de plusieurs couches d'utricules de formes variées, toujours différentes de celles du tissu cellulaire sous-jacent, intimement unies entre elles et pleines d'un liquide incolore.

L'existence de cette membrane extérieure ne saurait être révoquée en doute dans un assez grand nombre de végétaux. Je l'ai moi-même observée sur la tige du *Dracæna marginata*, mais nous ne croyons pas qu'elle existe dans tous les cas. Nos observations nous portent à croire que, dans une foule de circonstances, l'épiderme est uniquement formé d'une ou de deux couches d'utricules intimement unies.

Origine de l'épiderme.

Si, pour éclairer la nature de l'épiderme, nous cherchons à remonter à son origine, et à son mode de formation primitive, ainsi que l'a fait M. de Mirbel, nous reconnaîtrons que dans l'origine l'épiderme n'existe pas comme membrane distincte, et que la partie la plus extérieure des organes n'offre pas une structure différente. Mais, par les progrès de la végétation, on voit les utricules les plus extérieures, celles qui sont sous l'influence directe de l'air, de la lumière et de tous les agens atmosphériques, se modifier dans leurs caractères et finir par constituer une membrane composée d'utricules qui, par leur forme, l'épaisseur de

leurs parois, etc., se distinguent de celles du tissu sous-jacent. De ces observations précises, faites sur le développement des séminules du *marchantia* et sur l'embryon de plusieurs végétaux phanérogames, on doit tirer cette conséquence qu'originairement l'épiderme est le résultat des changemens qui s'opèrent dans la partie extérieure des organes en contact avec l'air, et que par conséquent l'opinion de Malpighi est fondée.

Mais de ce que l'épiderme tire son origine du tissu utriculaire extérieur des organes végétaux, s'ensuit-il qu'une fois formé on ne doive pas le considérer comme une membrane, comme un organe distinct? Nous ne le pensons pas. Sa structure, dans l'immense majorité des cas, est si différente de celle du tissu qui l'a produit, qu'il est impossible de les confondre. Les élémens organiques des parties constituantes dans les végétaux sont tellement simples qu'on doit les retrouver les mêmes, seulement avec quelques modifications dans tous les organes dont la plante se compose. L'organogénie sagement employée est une des sources les plus fécondes où l'on puisse trouver les analogies et les différences entre les organes, et surtout leurs véritables caractères. Mais c'est un moyen dont il ne faut pas abuser. Car si nous remontons aussi haut que possible dans l'origine primitive des parties constituantes du végétal, nous verrons, par exemple, que dans l'ovule, dès le moment où il commence à se prononcer, toutes les parties sont primitivement confondues. Ce n'est que petit à petit que chacune d'elles se distingue des autres, se dessine avec ses caractères; mais enfin il y a un moment où toutes étaient confondues. Irait-on dire que les organes qui ont eu ainsi une origine commune ne doivent pas être considérés comme distincts. C'est une idée bizarre dont personne n'oserait prendre la responsabilité. L'organogénie ne doit donc pas remonter au delà du temps où l'organe commence à se distinguer de ceux avec lesquels il a été jusque-là confondu. C'est à partir de ce point que son étude, en le suivant dans toutes les métamorphoses qu'il subit, peut jeter de vives lumières sur sa véritable nature, et rattacher son état présent à celui sous lequel il s'était originairement montré.

Ainsi, il nous paraît résulter, des observations précédentes, que l'épiderme est une membrane celluleuse, tirant son origine du

tissu cellulaire extérieur des organes, mais qui, parvenu à son entier développement, en est parfaitement distinct.

Quant à la pellicule observée par de Saussure, Hedwig, MM. Henslow et Adolphe Brongniart, et par moi-même, son existence n'est pas encore, nous le repétons, généralement démontrée dans tous les végétaux.

Vaisseaux cuticulaires.

L'épiderme, dans un grand nombre de végétaux, offre des espèces de lignes disposées en réseau (Voy. pl. 4, fig. 1), que quelques auteurs, tels que Hedwig, MM. Kieser et Amici, regardent comme des vaisseaux cuticulaires. Mais beaucoup d'anatomistes n'adoptent pas cette opinion. On peut les considérer comme l'empreinte des cellules du tissu utriculaire sur lequel il est appliqué, ou comme les espaces ou méats interutriculaires, qui résultent de l'adhérence des utricules sous-jacentes sur les utricules cuticulaires.

Stomates.

L'épiderme, ainsi que nous l'avons dit précédemment, offre un grand nombre de petites ouvertures nommées *pores corticaux*, *glandes corticales*, *glandes épidermoïdales*, et enfin *stomates*, déjà observées par Malpighi et Grew [1] (Pl. 4, fig. 1). Plusieurs auteurs en avaient nié l'existence; mais les observations microscopiques d'un grand nombre de physiologistes modernes ne laissent plus aucun doute à cet égard. Ce sont de petites bouches placées dans l'épaisseur de l'épiderme, s'ouvrant à l'extérieur par une fente ou ouverture ovalaire alongée, bordée d'une sorte de bourrelet formé par un nombre variable de cellules de l'épiderme, mais plus communément par deux qui ont la forme de croissans, dont les extrémités qui se touchent sont obtuses. Ce bourrelet, qui manque très rarement, joue l'office d'une sorte de sphincter qui resserre ou dilate l'ouverture suivant diverses circonstances. Ainsi, selon M. Amici, l'humidité ou l'eau ferme les pores, tandis que la sécheresse et l'action des rayons solaires les tiennent ouverts et leurs bords écartés. Les mouvemens de dilatation et de resserrement s'exécutent non seulement sur la plante vivante, mais également

Leur structure.

[1] Gleichen, t. 2, f. 5, donne une excellente figure des stomates de l'épiderme dans le *Polypodium commune*; mais il les prend pour les étamines ou organes mâles de cette plante.

sur des fragmens d'épiderme détachés du végétal. Par leur fond, ces pores ou petites pochettes correspondent toujours à des espaces vides, remplis d'air, et qui résultent de l'arrangement des cellules ou des tubes entre eux. Ces espaces intercellulaires communiquent presque toujours les uns avec les autres, et servent ainsi de moyen de communication aux fluides aériformes qui se trouvent dans l'intérieur des végétaux. Quelques parties cependant paraissent dépourvues de *stomates*: telles sont les racines, les pétioles non foliacés, les pétales en général, l'épiderme des vieilles tiges, celui des fruits charnus, des graines, etc. Certaines feuilles n'en présentent qu'à l'une de leurs faces; par exemple, le poirier, l'olivier, le syringa, etc., qui en sont dépourvus à la face supérieure; d'autres, au contraire, en ont à toutes les deux; mais c'est surtout à leur face inférieure qu'on les observe en plus grande abondance.

Quoique la structure des stomates telle que nous venons de la décrire soit généralement admise, cependant quelques phytotomistes du premier ordre, MM. Link et Nees d'Esenbeck, par exemple, ont une autre opinion sur ce point. Selon ces savans, les stomates ne sont pas perforés, ce sont seulement des petites poches creusées dans l'épaisseur de l'épiderme. M. Robert Brown (*Suppl. Prod. Nov. Holland.*) partage cette opinion, et considère les stomates comme les glandes de l'épiderme. Ces organes ne sont pas perforés, dit-il. Leur disque est formé par une membrane tantôt plus mince, et translucide, tantôt opaque, tantôt, enfin, très colorée. L'opinion d'un observateur comme M. Brown doit engager à de nouvelles recherches sur ce sujet.

Les stomates sont d'une excessive ténuité, et souvent tellement rapprochés les uns des autres, que leur nombre est vraiment prodigieux. Ainsi on a calculé qu'une lame d'épiderme d'un pouce carré prise sur la face supérieure de la feuille de l'œillet en contenait environ 38,500; sur la face inférieure du lilas, 160,000 : le gui, au contraire, n'en offre que 200 sur la même grandeur, etc.

Leur mode de formation.

On doit à M. de Mirbel des détails très curieux sur l'origine et le mode de formation des stomates, consignés dans son mémoire sur l'anatomie du *marchantia*. Sur un point de l'épiderme, il se montre une petite dépression placée au milieu d'une rangée circulaire de cel-

lules disposées en anneau : cette fossette est due à l'écartement et à l'extension spontanée des cellules. Quand la fossette a atteint une certaine dimension, son fond se perce, ou se fend en étoile, et bientôt le stomate se montre avec tous ses caractères.

Leurs usages. Quel est l'usage de ces stomates? Sont-ils, dit M. Amici, destinés à l'absorption de l'humidité? Non ; nous avons déjà vu qu'ils correspondent à des vides intérieurs privés de suc, que l'eau les fait fermer, que la lumière et la sécheresse les font ouvrir; en outre, ils manquent dans toutes les racines, ainsi que dans les plantes qui vivent constamment sous l'eau; ils ne servent donc pas à l'absorption de l'eau. Servent-ils à l'évaporation ? Pas davantage. Si nous laissons sécher une plante détachée de sa racine, quoique les pores se ferment au bout de quelque temps, l'évaporation n'en continue pas moins, tant qu'il reste des fluides dans son intérieur; on a observé en outre que les corolles et les fruits, qui n'ont pas de pores corticaux, produisent cependant une évaporation abondante. Ils ne peuvent être mis, ainsi que M. Link l'avait pensé, au nombre des organes excrétoires, puisqu'ils correspondent toujours à des espaces vides.

La véritable fonction des pores corticaux consiste à donner passage à l'air. Mais il n'est pas facile de déterminer avec certitude s'ils servent à l'inspiration plutôt qu'à l'expiration, ou à ces deux fonctions également. Si nous considérons que, pendant la nuit, lorsque les grands pores de l'épiderme sont fermés, les feuilles absorbent le gaz acide carbonique dissous dans la rosée, lequel pénètre indubitablement dans les cellules en traversant leur membrane, et si nous réfléchissons en outre que ces feuilles décomposent le gaz acide carbonique lorsque ces pores sont ouverts, c'est à dire pendant le jour, nous pouvons conjecturer qu'ils sont uniquement destinés à l'exhalation de l'oxigène. Cet usage devient encore plus probable, si nous ajoutons que les corolles, qui d'après les observations de M. De Candolle manquent de pores, sont également privées de la propriété de dégager de l'oxigène.

Lenticelles. La surface de l'épiderme présente quelquefois certains organes qui s'offrent sous la forme de petites taches alongées dans le sens longitudinal sur les jeunes branches, et dans le sens transversal sur les branches plus anciennes, que Guettard a le premier dési-

gnés sous le nom de *glandes lenticulaires*, et que M. De Candolle a plus récemment nommés *lenticelles*. On n'en a encore trouvé aucune trace ni dans les plantes monocotylédonées, ni dans les acotylédonées. Elles manquent également dans la plupart des herbes dicotylédones. Elles sont très apparentes sur l'épiderme du bouleau, et surtout du fusain galeux (*Evonymus verrucosus L.*) où elles sont très proéminentes et très rapprochées. C'est des lenticelles que sortent les racines aériennes que certains arbres développent sur leur tige, comme quelques figuiers par exemple, ou celles qui se forment lorsqu'on enfonce une branche en terre, comme dans l'opération du marcottage. On peut donc en quelque sorte les considérer, avec M. De Candolle, comme les bourgeons des racines.

C'est encore sur la surface de la cuticule que naissent les poils de différente nature que l'on remarque sur un grand nombre de végétaux. Nous en avons parlé précédemment dans les notions générales d'anatomie végétale.

§ 2. *De l'enveloppe herbacée.*

Enveloppe herbacée.

Au dessous de l'épiderme, on voit une lame de tissu cellulaire, qui l'unit aux couches corticales (Pl. 4, fig. 4, 5, a), et à laquelle M. de Mirbel donne le nom d'*enveloppe herbacée*. Sa couleur est le plus souvent verte dans les jeunes tiges. Elle recouvre le tronc, les branches et leurs divisions, et remplit les espaces qui existent entre les ramifications des nervures des feuilles. Son analogie d'organisation avec la moelle ne saurait être contestée, et nous verrons tout à l'heure que ces deux parties communiquent entre elles par le moyen des prolongemens médullaires. M. Dutrochet la nomme *médulle externe*, par opposition au nom de *médulle interne* qu'il donne à la moelle. Sa couleur n'est pas propre au tissu cellulaire qui la compose; elle est due aux petits grains de chromule placés dans les cellules, et que M. Dutrochet considère comme des corpuscules nerveux.

Médulle externe.

L'enveloppe herbacée, ou médulle externe, renferme souvent les sucs propres des végétaux, qui sont contenus dans des canaux simples ou fasciculés, comme dans le chanvre, beaucoup d'Apo-

Elle contient les réservoirs de sucs propres.

cynées, etc., ou dans des réservoirs particuliers, comme dans beaucoup de Conifères. Elle se répare facilement sur la tige des végétaux ligneux; mais ce phénomène n'a pas lieu dans les plantes annuelles. Elle paraît avoir une organisation et des usages analogues à ceux de la moelle renfermée dans l'étui médullaire. C'est cette enveloppe herbacée qui, ayant acquis une épaisseur considérable et des qualités physiques particulières, constitue la partie connue sous le nom de liège dans le *quercus suber*, et dans quelques autres végétaux, tels que l'orme et l'érable. L'enveloppe herbacée est le siège d'un des phénomènes chimiques les plus remarquables que présente la vie du végétal. En effet, c'est dans ce tissu, qui entre également dans la structure des feuilles, que, par une cause difficile à apprécier, s'opère la décomposition de l'acide carbonique absorbé dans l'air par la plante. Le carbone reste dans l'intérieur du végétal; l'oxigène, mis à nu, est rejeté à l'extérieur. Remarquons cependant que cette décomposition n'a lieu que lorsque la plante est exposée aux rayons du soleil, tandis que l'acide carbonique est rejeté indécomposé, quand le végétal ne se trouve plus sous l'influence de la lumière solaire.

Liège.

Elle se renouvelle.

Cet organe se renouvelle en partie chaque année. Il joue encore un rôle très important dans les phénomènes de la végétation; c'est lui, en effet, qui, au retour de la belle saison, sollicite la sève à monter jusque vers les bourgeons, et devient ainsi un des mobiles les plus puissans de leur élongation aérienne.

Il est très facile de découvrir l'enveloppe herbacée sur les jeunes branches d'un arbre; car c'est elle que l'on aperçoit lorsque l'on a enlevé l'épiderme.

Elle se dessèche et se fendille.

L'enveloppe herbacée ou la médulle externe ne conserve que peu d'années la couleur verte qu'elle présente sur les jeunes tiges. Au bout de deux ou trois ans, son tissu se sèche; elle perd son extensibilité, se fendille, ainsi qu'on le voit sur le tronc et les vieilles branches de l'orme, du chêne; d'autres fois même elle s'enlève par plaques qui tombent chaque année et à des époques fixes, avec l'épiderme qui la recouvre, comme dans le platane.

§ 3. *Des couches corticales.*

Couches corticales.

Toute la partie intérieure de l'écorce au dessous de l'enveloppe herbacée se compose d'une suite de feuillets superposés et intimement unis ensemble, de manière que la coupe transversale de cette partie offre un grand nombre de couches concentriques excessivement minces, et qu'on ne distingue que difficilement les unes des autres. On donne à l'ensemble de ces feuillets le nom général de *couches corticales*. Plusieurs auteurs partagent ces couches en deux portions (Pl. 4, fig. V, b). Les plus extérieures, qui sont plus anciennes, plus desséchées, retiennent spécialement le nom de *couches corticales*, tandis qu'on nomme *liber* les plus profondes, qui sont en même temps les plus récemment développées. Mais cette distinction, tout à fait arbitraire, n'est d'aucune utilité, car ces deux parties ont une même origine, une même structure, et sont par conséquent un seul et même organe.

Liber.

Le liber n'est pas toujours formé de feuillets.

Il est assez rare, malgré le nom *liber* donné à cette partie intérieure de l'écorce, soit parce qu'elle se compose de feuillets analogues à ceux d'un livre, soit parce que ses fibres ont souvent servi à fabriquer le papier, que les lames qui la composent se détachent aisément les unes des autres. Elles sont au contraire dans le plus grand nombre des cas intimement soudées et confondues. Mais par la macération, on parvient presque toujours à les isoler en détruisant en partie le tissu cellulaire qui les unissait.

Sa structure anatomique.

Si nous examinons la structure anatomique du liber, nous le voyons composé de la manière suivante : au milieu d'un tissu cellulaire, ordinairement peu différent de celui qui forme l'enveloppe herbacée, sont distribués des faisceaux de tubes fibreux. Sur une coupe transversale de l'écorce, sur une branche d'une année par exemple, les faisceaux forment ordinairement de deux à cinq rangées circulaires emboîtées les unes dans les autres. Primitivement, c'est à dire dans la branche très jeune ou tout à fait au sommet de la branche d'une année, on ne trouve qu'une seule rangée de faisceaux corticaux. Dans le plus grand nombre des cas ces faisceaux sont d'une forme assez irrégulière, inégaux, alongés transversalement et séparés les uns des autres par des espaces cellulaires qui sont évidemment une prolongation des rayons médul-

laires du bois. D'autres fois au contraire, les tubes fibreux forment une couche parfaitement continue. Mais, dans aucun cas, cette couche de tubes fibreux n'est immédiatement appliquée sur le corps ligneux. Elle en est toujours séparée par une couche plus ou moins épaisse de tissu utriculaire, sur laquelle nous reviendrons plus tard avec détail.

A mesure que de nouveaux faisceaux corticaux se forment, ceux qui existaient déjà sont rejetés vers l'extérieur et écartés les uns des autres, et comme le corps ligneux augmente aussi en diamètre, les nouvelles zones de faisceaux corticaux se composent graduellement d'un plus grand nombre de ces faisceaux. Il résulte de là que généralement dans une écorce de quatre à cinq ans, ils forment, sur la coupe transversale, comme des espèces de pyramides triangulaires dont la base est appliquée sur la couche la plus intérieure de l'écorce et le sommet correspondant à la zone la plus extérieure. Cette disposition s'observe très clairement dans l'écorce du tilleul figurée par M. de Mirbel (*Mém. sur le liber,* tab. 2, fig. 1, 7). On la voit aussi très bien dans le poirier et plusieurs autres arbres. Mais il arrive aussi assez souvent qu'on ne peut la constater.

Les faisceaux corticaux forment un réseau.

Les faisceaux de tubes fibreux, en s'anastomosant fréquemment entre eux, forment un lacis ou réseau disposé en membranes, et dont les intervalles ou mailles sont remplies par du tissu utriculaire. De tous les végétaux connus, il n'en est aucun sur lequel cette organisation soit plus remarquable que sur le laghetto de Saint-Domingue. Les feuillets dont se compose son liber sont excessivement nombreux, très minces, et, quand on les a séparés et qu'on les étend, ils forment une sorte de tissu fin et délicat qui ressemble à une dentelle grossière. De là le nom vulgaire de ***bois dentelle*** donné à cet arbrisseau.

Filets corticaux.

M. de Mirbel (*Ann. sc. nat.*, Mars 1835, et *Cours compl. d'agric.*, 7, page 323) a le premier fait remarquer que les faisceaux qui constituent les *couches corticales* ne sont pas toujours réunis en couches. Quelquefois, dit ce savant, les couches corticales sont remplacées par des *filets corticaux*, formés par des tubes simples, distincts les uns des autres et sans anastomoses ; ces tubes s'amincissent à leurs extrémités qui se terminent en cœcum. Cette structure s'observe particulièrement dans les Apocynées, beaucoup

de Légumineuses, le marronier d'Inde, des *rhus*, des liserons, etc. Nos observations sont parfaitement d'accord avec celle de notre savant collègue. Et, comme nous l'avons dit précédemment, les tubes fibreux qui forment les feuillets du liber sont bien plus souvent réunis en faisceaux, isolés, distincts, qu'en zones ou couches continues. Ainsi, indépendamment des exemples cités par M. de Mirbel, où les *filets corticaux* remplacent les *couches corticales*, nous avons observé la même disposition dans trois espèces de peuplier, le *sambucus nigra*, le noyer et une foule d'autres arbres.

Ainsi les faisceaux fibreux qui forment le liber peuvent donc être séparés et distincts sous la forme de *filets corticaux* ou réunis en zones circulaires sous la forme de *couches corticales*.

Le réseau formé par l'anastomose des faisceaux du liber entre eux présente généralement des mailles d'autant plus grandes et plus larges, qu'on l'observe dans la partie la plus extérieure de l'écorce. Cet agrandissement est dû à la distension excentrique à laquelle l'écorce est exposée par suite de son accroissement en épaisseur et de celui du corps ligneux. Les mailles de ce réseau, ainsi que nous l'avons dit précédemment, sont remplies par du tissu utriculaire qui établit ainsi une communication directe entre toutes les parties de l'écorce.

Les rayons médullaires se prolongent dans l'écorce.

En général, on voit les rayons médullaires du corps ligneux se prolonger jusque dans l'épaisseur de l'écorce, où ils ne tardent pas à se perdre. Sur une tranche transversale très mince d'une tige d'un à trois ans, cette continuité est tout à fait évidente. Seulement les rayons médullaires qui, dans le bois, paraissent comme autant de lignes opaques, se montrent en lignes transparentes dans l'écorce.

On trouve quelquefois des tubes ou vaisseaux propres dans l'épaisseur même des couches ou des faisceaux corticaux, comme dans les sumacs, par exemple.

Structure des tubes fibreux de l'écorce.

Les tubes fibreux, dont la réunion constitue les faisceaux du liber, sont plus ou moins alongés, selon les espèces, terminés en pointe ou en bizeau à leurs deux extrémités, qui sont toujours immédiatement appliquées à l'extrémité d'autres vaisseaux semblables avec lesquels ils semblent se continuer. Quelques observateurs pensent même qu'au point de réunion de deux vaisseaux fibreux il

y a une communication directe, par le moyen d'une ouverture excessivement petite. M. Slack a surtout émis cette opinion. Je n'ai jamais été assez heureux pour apercevoir cette communication, quelques efforts que j'aie faits pour y parvenir. Les parois des tubes fibreux sont épaisses, parfaitement transparentes, et le calibre intérieur du tube est excessivement petit. Une coupe transversale d'un faisceau fait voir que la membrane qui les constitue est formée de plusieurs feuillets ou mieux de plusieurs tubes emboîtés les uns dans les autres et immédiatement soudés entre eux. M. de Mirbel pense que ces différentes couches, dont la membrane des vaisseaux fibreux se compose, ont été formées successivement. Ainsi les parois seraient d'abord assez minces ; mais petit à petit il se déposerait à leur face interne une matière qui, en s'épaississant, forme un nouveau tube appliqué dans le premier. M. de Mirbel a observé ce développement successif et cet emboîtement des vaisseaux du liber plus particulièrement sur le laurier rose et le *convolvulus nervosus*. Mes observations sur ce point diffèrent sensiblement de celles de cet habile phytotomiste. En effet, en examinant les tubes fibreux du liber dès le moment où ils commencent à se montrer, c'est à dire dans les branches les plus jeunes, je leur ai presque toujours reconnu des parois fort épaisses et une cavité excessivement petite. A cette époque, on ne distingue aucune couche distincte dans l'épaisseur de ces parois. Ce n'est que plus tard que des lignes circulaires se montrent sur la coupe transversale de ces tubes. Dès lors, je serais assez porté à croire que la formation de ces tubes est plus souvent le résultat d'une séparation, d'une sorte de dédoublement de parties d'abord soudées dans l'épaisseur du tube.

Selon M. de Mirbel, les tubes fibreux qui constituent le réseau des couches corticales, ou les faisceaux des filets corticaux, ne sont rien autre chose que les vaisseaux latexifères de M. Schultz. C'est une opinion que nous ne partageons pas et sur laquelle nous reviendrons plus tard, quand nous traiterons des phénomènes de la nutrition et particulièrement de la circulation de la sève dans les diverses parties du végétal.

Les fibres corticales sont très résistantes.

Aussi long-temps que la tige ou la branche est jeune, les couches corticales conservent un caractère herbacé ; mais, avec les

progrès de l'âge, leurs fibres se déssèchent, deviennent dures, ligneuses, et perdent leur flexibilité et leur extensibilité. C'est alors que l'on voit l'écorce se fendiller, se gercer, et souvent même s'enlever par plaques ou par écailles.

Mais tant que l'écorce jouit encore de toute sa vitalité et de sa force végétative, ses fibres sont douées d'une très grande ténacité, dont on a souvent tiré parti pour les utiliser. C'est ainsi qu'avec les feuillets corticaux du mûrier à papier on fait des toiles et du papier, qu'avec ceux du tilleul on fabrique les cordes de nos puits. Enfin, les deux matières végétales textiles les plus généralement usitées en Europe, le chanvre et le lin, ne sont que les faisceaux de fibres retirées de l'écorce de ces deux plantes. Un grand nombre d'autres végétaux en fournissent de semblables.

A l'exception des vaisseaux propres, dont nous avons signalé la présence au milieu des couches corticales de quelques végétaux, l'écorce ne contient pas de vaisseaux proprement dits, c'est à dire ni trachées ni aucune des variétés de formes des fausses trachées. Il faut néanmoins excepter une seule plante de cette disposition générale. Selon M. Lindley, le *Nepenthes distillatoria* de l'Inde contiendrait des vaisseaux spiraux dans l'épaisseur de son écorce.

§ 4. *Des couches ligneuses.*

Le corps ligneux ou le bois est toute la partie de la tige située immédiatement au dessous de l'écorce, jusqu'à l'étui médullaire. Dans la jeune tige, l'écorce et le bois sont intimement confondus et unis entre eux; mais, par suite des années, l'écorce se distingue très nettement du bois, dont on la sépare avec la plus grande facilité. Couches ligneuses.

Le corps ligneux, examiné sur la coupe transversale d'une tige, se compose de couches circulaires ou de cercles inscrits les uns dans les autres (Fig. X), disposés autour d'un point central qu'on appelle le *canal médullaire*. Sur une coupe longitudinale, au contraire, il montre qu'il est formé d'une suite de cônes très alongés, se recouvrant les uns les autres, et augmentant de largeur à mesure qu'on les observe plus vers la partie extérieure. Toutes ces couches sont parcourues par des lignes rayonnant du centre à la circonférence, c'est à dire du canal médullaire à l'écorce. On appelle ces lignes les *rayons* ou *impressions médullaires*.

Elles se distinguent en aubier et bois proprement dit.

Si l'on examine une tige de chêne, de pommier, de cerisier, de noyer, de cytise des Alpes, ou de tout autre arbre dont le bois est plus ou moins coloré, on voit une différence très sensible entre les couches ligneuses les plus intérieures, qui sont plus foncées et d'un tissu plus dense, et les extérieures qui sont au contraire d'une teinte plus pâle et d'un tissu plus mou. On a donné le nom d'*aubier* à l'ensemble des couches les plus extérieures du bois, et celui de *bois*, de *cœur de bois* ou de *duramen* aux plus intérieures.

Distinction de l'aubier.

Quelquefois cette différence de coloration entre le bois et l'aubier est extrêmement marquée, et le changement se fait brusquement et sans nuances intermédiaires, comme dans le bois d'ébène, dont le cœur ou *duramen* est noir et l'aubier blanc, dans le bois de campêche où il est rouge très foncé, tandis que les couches d'aubier sont pâles et blanchâtres. Mais il arrive aussi fréquemment que cette différence est insensible, et que les couches extérieures ont la même teinte que les internes. C'est ce qu'on observe dans les bois blancs et légers, comme les pins, les sapins, le peuplier, l'érable, le hêtre, etc. L'aubier dans ce cas n'est donc pas distinct du bois par sa couleur, il en diffère seulement par la moindre solidité du tissu qui le compose. Néanmoins, même dans ce dernier cas, on donne le nom d'aubier à ces couches plus extérieures du corps ligneux. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que l'aubier est le même organe que le bois proprement dit, mais seulement plus jeune, et n'ayant point encore acquis par conséquent toutes les propriétés qu'il doit avoir. Par suite des progrès de l'acte végétatif, les couches d'aubier les plus intérieures prennent tous les caractères du bois proprement dit et viennent en augmenter la masse, à mesure que chaque année une nouvelle zone d'aubier ou de jeune bois vient s'ajouter à l'extérieur de celle qui avait été formée l'année précédente. Tous les arbres n'emploient pas le même temps pour que leur aubier parvienne en quelque sorte à sa maturité et se change en bois. Il en est dans lesquels cette transformation exige un assez grand nombre d'années; ainsi M. De Candolle a compté jusqu'à cinquante couches d'aubier dans des *Phyllirœa*, qui pouvaient avoir environ deux cents ans d'âge; dans d'autres arbres, au contraire, le changement se fait avec une grande rapidité.

Si l'on examine les couches ligneuses en masse, on voit qu'elles

sont d'autant plus dures qu'elles sont plus intérieures. Au contraire, on a reconnu que chaque couche ligneuse étudiée isolément est d'autant plus compacte, qu'on l'examine plus vers sa partie externe. On peut expliquer ce dernier fait, en remarquant que la partie interne de la couche se forme au printemps, à une époque où les sucs sont à la fois plus abondans et plus aqueux, tandis que la partie externe se développe en été sous l'influence d'une saison plus chaude et de sucs plus élaborés.

L'épaisseur des couches ligneuses varie.

Les couches ligneuses n'offrent pas toutes la même épaisseur dans les différentes parties intérieures de la tige. En général les plus intérieures, celles qui se sont formées les premières et à une époque où l'arbre était dans toute sa vigueur, sont plus épaisses que celles qui se sont développées plus tard. D'ailleurs, plusieurs causes peuvent encore exercer leur influence sur leur plus ou moins d'épaisseur. Ainsi une année à la fois humide et chaude, en favorisant tous les phénomènes de la végétation, devra donner naissance à une couche plus épaisse qu'une année sèche et froide. Une même zone examinée dans tous les points de sa circonférence peut offrir aussi une épaisseur très variable, c'est à dire être mince dans un point et beaucoup plus épaisse dans un autre. Le développement plus considérable se remarque toujours du côté de la tige qui correspond aux plus grosses racines, qui nécessairement y amènent une plus grande quantité de nourriture et en favorisent l'accroissement.

Il se forme chaque année une couche de bois.

Chaque année, avons-nous dit, il se forme une nouvelle couche ligneuse, à l'extérieur de celles qui constituaient déjà le corps ligneux. Quelques auteurs prétendent que dans quelques circonstances il peut s'en développer deux, une au printemps, et une seconde à la fin de l'été, quand les phénomènes de la sève d'août se montrent avec beaucoup de force. Dans quelques cas au contraire il peut arriver que les formations ligneuses de deux années se confondent pour ne former qu'une seule couche. Néanmoins, le nombre de ces zones intérieures de la tige exprime avec assez de justesse l'âge des arbres. Mais pour cela il doit être compté à la partie la plus inférieure de la tige seulement, car ce nombre va en diminuant à mesure qu'on s'élève du collet vers la sommité de la tige. Nous reviendrons sur ce point en traitant de l'accroissement.

La disposition du bois en couches ou zones bien distinctes

n'existe guère que dans les arbres des pays froids ou tempérés, c'est à dire dans ceux où la saison des développemens n'a qu'une durée limitée, et est suivie d'une période de froid et de stagnation. Mais elle se fait beaucoup moins voir dans les arbres des climats chauds, où la végétation se continue presque sans interruption ou du moins ne s'arrête jamais d'une manière absolue. Alors le bois ne forme plus des zones aussi tranchées; elles se confondent en quelque sorte les unes avec les autres, et surtout, quand on les distingue, elles sont et plus minces et plus multipliées, et ne peuvent en aucune manière indiquer l'âge des végétaux.

Quelle est l'organisation du bois?

Organisation du bois.

Un tissu spécial, ou plutôt une modification particulière qui semble tenir le milieu entre les utricules et les vaisseaux proprement dits, forme la masse du bois. Ce tissu est celui que nous avons précédemment décrit sous les noms de ***tissu fibreux***, de ***tubilles***, de ***vaisseaux fibreux***, ***clostres***, etc. Ce sont des tubes courts ou des cellules plus ou moins alongées, très souvent fusiformes, c'est à dire un peu renflées à leur partie moyenne, et amincies insensiblement en pointe à leurs deux extrémités; d'autres fois ayant à peu près un diamètre semblable dans toute leur longueur, mais également coupées en bizeau ou en pointe oblique à leurs deux extrémités. Ces tubes réunis ensemble, et appliqués bout à bout les uns à la suite des autres, forment des fibres longitudinales dont la réunion constitue des faisceaux plus ou moins épais, anastomosés en réseau. Leurs interstices sont remplis par le tissu cellulaire qui constitue les rayons médullaires. Au milieu de ce tissu spécial ou tissu vrai du bois, se voient des vaisseaux tantôt épars, tantôt disposés avec une sorte de symétrie.

1° Tissu ligneux.

Si dans la coupe transversale d'une branche ou d'une tige d'une année nous enlevons une tranche mince pour soumettre la couche ligneuse à l'examen microscopique, nous y observons la structure suivante : La couche ligneuse, dont l'épaisseur sera très variable suivant les espèces ou suivant l'époque de l'anneé où nous l'examinerons, est partagée en un très grand nombre de compartimens très étroits par des lignes divergeant du centre à la circonférence. Ces lignes sont les *rayons médullaires*. Les compartimens ligneux sont sous la forme de triangles étroits et très alongés, dont la pointe

un peu ouverte correspond au canal médullaire. Si nous en exceptons les parois de ce canal, sur lequel nous reviendrons plus tard, chaque compartiment est formé de tissu ligneux au milieu duquel se voient des vaisseaux aériens, que l'on reconnaît à leur diamètre extrêmement considérable, quand on le compare à celui des tubes fibreux. Ceux-ci sont très serrés les uns contre les autres et soudés entre eux; leur forme est variable et en rapport avec les pressions auxquelles ils sont mutuellement soumis par leur agencement général. Leurs parois sont épaisses, transparentes, et leur diamètre intérieur est en général assez petit. Ces parois peuvent être simples ou présenter ces enfoncemens ponctiformes que beaucoup d'auteurs considèrent encore aujourd'hui comme des pores. En un mot, quant à l'aspect général, à la structure et à la forme, le tissu ligneux ressemble tout à fait à celui qui constitue les faisceaux vasculaires du liber. Seulement en général ses parois sont un peu moins épaisses, et son diamètre intérieur est un peu plus grand.

2° Vaisseaux aériens.

Les vaisseaux qu'on trouve dans le bois sont (toujours en exceptant l'étui médullaire) des vaisseaux ponctués ou des vaisseaux rayés. Généralement ils sont dispersés sans ordre dans l'épaisseur de chaque compartiment ligneux, quelquefois solitaires et présentant alors une aire plus ou moins régulièrement circulaire ou elliptique, le plus souvent groupés deux ou trois ensemble et ayant leur forme très modifiée par ce contact qui est très immédiat; le diamètre n'est ordinairement pas le même dans tous les vaisseaux d'un même faisceau : le nombre de ces vaisseaux qu'on trouve dans un même compartiment ligneux est fort variable. Dans le plus grand nombre des cas l'espace de ces vaisseaux pris en masse est plus petit que celui occupé par le tissu ligneux. D'autres fois c'est le contraire qui a lieu, comme on l'observe dans le poirier par exemple, où une lame mince du jeune bois coupé transversalement ressemble à une dentelle assez régulière. Il arrive quelquefois que les grands tubes du bois ou vaisseaux aériens sont disposés avec une sorte de symétrie, et que sur la coupe transversale de la tige ils forment des espèces de lignes circulaires. Assez souvent ceux qui ont été les premiers développés, et qui sont par conséquent les plus profonds de chaque couche prise isolément, ont un diamètre plus grand que ceux qui sont plus superficiels.

Très souvent ces vaisseaux poreux sont divisés intérieurement par des cloisons ou des diaphragmes obliques qui les partagent en plusieurs grandes cellules distinctes les unes des autres. Les utricules ligneuses qui avoisinent les tubes ponctués, et qui sont appliquées contre leur paroi externe, sont, par ce contact immédiat, modifiées dans leur structure. Leurs parois en s'imprimant sur celle des grands tubes en prennent les caractères, et semblent être également ponctuées; mais je suis assez porté à croire que c'est une structure acquise, car on ne l'observe pas dans les utricules ligneuses qui ne sont pas en contact avec ces vaisseaux.

La description que nous venons de donner de l'anatomie d'une couche ligneuse sur une jeune tige d'une année, s'applique rigoureusement à toutes les autres qui se développent successivement chaque année. Seulement avec le temps les parois du tissu ligneux et des vaisseaux perdent leur transparence; le diamètre intérieur des tubes du bois diminue, parce qu'il s'y dépose une matière qui leur donne de la force et de la couleur en leur faisant perdre de leur élasticité, et souvent la cavité des vaisseaux aériens est envahie par un développement de tissu utriculaire, dont la présence a été constatée par MM. Kieser et de Mirbel.

La couleur des bois dépend d'une matière déposée.

M. Dutrochet s'est assuré, par l'expérience, que le tissu ligneux avait originairement à peu près la même consistance et la même nature, dans les bois blancs et tendres comme dans les bois très durs et très colorés. La dureté et la coloration sont dues, comme nous venons de le dire tout à l'heure, à la matière qui, par les progrès naturels de la végétation, se dépose dans l'intérieur des tubes ligneux. En faisant bouillir des fragmens de bois d'ébène dans de l'acide nitrique, la matière colorante s'est dissoute et les fibres ligneuses sont devenues presque transparentes et flexibles.

Ainsi une tige ligneuse, quelle que soit son épaisseur, ne présentera donc pas une autre organisation que celle que nous venons de décrire. Trois modifications du tissu élémentaire entrent dans sa composition : 1° des *tubes fibreux* constituant le tissu ligneux proprement dit, qui en forment la base; 2° des *tubes ponctués* ou *rayés*, jamais de véritables trachées; 3° du *tissu utriculaire* qui remplit les mailles du réseau formé par le tissu ligneux et constitue uniquement les rayons médullaires.

Un très habile observateur, M. Dutrochet, a dit que, dans une tige âgée de plusieurs années, chaque couche ligneuse, qui est le résultat d'une végétation annuelle, est séparée des autres par une couche très mince de tissu cellulaire ; ce tissu cellulaire, selon le même auteur, représente, pour chaque zone du corps ligneux, une sorte de canal médullaire, et M. Dutrochet fait jouer à ces prétendus dépôts intérieurs de médulle un rôle fort important dans les phénomènes de l'accroissement de la tige en diamètre. Il s'appuie particulièrement sur la structure de la tige du *rhus typhinum* dans laquelle ces zones alternantes de médulle sont très apparentes, parce que la moelle est d'une couleur ferrugineuse très marquée.

Les couches ligneuses ne sont pas séparées par une couche de tissu cellulaire.

Nous ne partageons pas du tout à cet égard l'opinion du savant physiologiste. Sur aucune des tiges ligneuses que nous avons examinées à toutes les époques de leur accroissement, nous n'avons aperçu aucune trace d'une couche, quelque mince qu'on puisse la supposer, de tissu médullaire, interposée entre chaque couche ligneuse. Nous avons fait entre autres une analyse très soignée de la tige du *rhus typhinum*, sur laquelle M. Dutrochet fonde en grande partie son opinion, et nous n'y avons rien vu qui pût confirmer sa théorie. Ses couches ligneuses sont continues les unes aux autres sans interposition d'aucune couche de tissu cellulaire. Seulement leur coloration est fort tranchée et chaque couche est nettement séparée des deux autres au milieu desquelles elle est placée, par une ligne un peu plus foncée. Le tissu de cette ligne plus foncée est plus dense, plus opaque ; mais examiné avec soin au microscope, il se montre composé de tissu ligneux identique avec celui qui constitue la masse ligneuse et non de tissu utriculaire semblable à celui de la moelle.

Pour compléter la description anatomique des couches ligneuses, nous devons maintenant faire connaître la structure des *rayons médullaires*.

Rayons médullaires.

Les *rayons médullaires* sont, comme nous l'avons déjà dit, des lignes étroites qu'on aperçoit sur la coupe transversale d'une tige ligneuse et qui s'étendent en rayonnant du centre de la tige jusqu'à l'écorce. On ne les distingue bien nettement que sur les bois bien compactes, mais dont la coloration n'est pas trop foncée. Or-

dinairement leur couleur plus claire les fait reconnaître facilement. Parmi ces rayons ou insertions médullaires, comme on les appelle souvent, on en voit qui traversent directement et en ligne droite toute l'épaisseur des couches ligneuses; d'autres au contraire sont moins longues; quelques unes même ne s'étendent pas à toute l'épaisseur de la couche. En traitant de l'accroissement, nous ferons voir que le nombre des rayons médullaires va en augmentant dans les jeunes tiges ou dans les couches récemment développées, en même temps que leur épaisseur diminue.

Ces lignes sont des lames verticales de tissu utriculaire, qui, comme autant de cloisons, séparent les compartimens ligneux de la tige, s'étendant d'une manière continue du centre à la circonférence, et souvent dans une hauteur considérable. C'est ainsi qu'apparaissent les rayons médullaires principaux, lorsqu'on les met à découvert par une coupe longitudinale.

Mais il y en a un plus grand nombre qui n'ont pas la même grandeur en aucun sens, et qui ne forment, sur une coupe longitudinale faite dans le sens de ces rayons, que des espèces de petites écailles ou plaques lisses et chatoyantes. Ce sont eux qui communiquent à certains bois, au chêne par exemple, ces reflets ondoyans qui les font rechercher pour la fabrication de certains meubles.

Les rayons médullaires, comme nous l'avons déjà dit, se prolongent jusque dans l'écorce, qu'ils traversent pour se perdre dans l'enveloppe herbacée. Mais ces rayons médullaires corticaux ne restent visibles et distincts que tant que l'écorce est jeune, car ils finissent ordinairement par disparaître, et l'on n'en trouve plus de traces dans les vieilles écorces.

Leur organisation.

Les rayons médullaires sont composés de tissu utriculaire; mais ici les utricules ont une forme toute particulière; elles sont alongées dans le sens transversal, et par conséquent dans une direction opposée à celle qu'offre le tissu utriculaire des autres parties de la tige. En général elles sont disposées par séries linéaires et rectilignes, et offrent, sur une coupe longitudinale et centripète, une forme quadrilatère alongée. Quelquefois elles sont terminées en pointe à l'une de leurs extrémités. C'est ce que j'ai observé dans le chêne, par exemple, où des utricules de cette dernière forme sont mélangées, mais en plus petit nombre, avec les utricules à bases coupées

carrément. Tantôt les parois de ces utricules ont une certaine épaisseur et sont lisses et transparentes; tantôt, au contraire, elles présentent des ponctuations enfoncées plus ou moins nombreuses. J'ai particulièrement observé cette disposition dans le *Nicotiana glauca*, où ces enfoncemens ponctiformes sont excessivement nombreux et rapprochés. Dans le bois très jeune, par exemple dans la couche d'un à deux ans, les parois des utricules des rayons médullaires sont en général opaques. C'est même par cette apparence que sur une tranche excessivement mince les rayons médullaires du bois se distinguent de ceux de l'écorce, dont les utricules ont leurs parois plus ou moins transparentes. Mais cependant cette transparence se montre aussi dans les rayon s médullaires du vieux bois de quelques arbres. C'est du moins ce que j'ai reconnu dans les rayons médullaires d'une tige de chêne âgée de plus de trente ans, et dont un fragment très mince, soumis sans aucune espèce de préparation à l'examen microscopique, m'a montré des utricules à parois entièrement transparentes, contenant dans leur intérieur des granulations, les unes opaques, les autres incolores et transparentes.

§ 5. *De la moelle et de l'étui médullaire.*

Vers la partie centrale de la tige se trouve le canal médullaire rempli par un tissu utriculaire plus ou moins régulier, qu'on nomme la *moelle* ou la *médulle interne*. C'est particulièrement sur les jeunes branches ou dans les plantes herbacées qu'on peut le mieux étudier ces parties, parce que le canal médullaire y a généralement des proportions plus grandes. Cependant on le retrouve jusque dans les tiges les plus grosses et les plus vieilles où il existe constamment quoique réduit à de très petites dimensions. Les parois mêmes du canal médullaire constituent l'*étui médullaire*, dont la cavité intérieure, ou le canal, est remplie par la moelle. Le canal s'étend de la partie inférieure de la tige jusqu'à son sommet. Quelquefois il est continu dans toute la longueur de la tige; d'autres fois il est interrompu de distance en distance par des espèces de cloisons transversales ou diaphragmes, qu'on observe plus spécialement dans les tiges articulées ou noueuses. Moelle.

Forme du canal médullaire.

La forme du canal médullaire n'est pas moins variable que sa grandeur. Dans le plus grand nombre des cas, cette forme, examinée sur des tiges coupées en travers, approche plus ou moins de la circulaire; d'autres fois elle est elliptique ou anguleuse, et le nombre des angles est fort variable. Selon la remarque de Palisot de Beauvois, cette forme est généralement en rapport avec la position des feuilles sur la tige, chacun des angles du canal correspondant au point d'insertion d'une feuille. Ainsi dans le frêne, dont les feuilles sont opposées, l'aire du canal est elliptique ; dans le laurier rose elle est triangulaire et les feuilles sont réunies au nombre de trois pour embrasser la tige, etc.

L'étui médullaire ne forme pas, à proprement parler, une partie distincte de la face interne de la couche ligneuse placée au centre de la tige. Il est plutôt représenté par la partie intérieure elle-même de la couche ligneuse la première formée. Ainsi il ne faut pas s'attendre à le trouver séparé du corps ligneux sous l'apparence d'une membrane ou d'un étui, comme le nom semblerait l'indiquer. Nous le répétons, il est constitué par la partie interne des compartimens ligneux, avec lesquels il est du reste intimement confondu. Cependant son organisation a quelque chose de spécial et qui le distingue de toutes les autres parties de la tige. C'est là seulement qu'on trouve les vraies trachées, qui conservent la faculté de se dérouler très tard et même quelquefois jusque dans des tiges fort anciennes. Indépendamment des trachées, l'étui médullaire se compose encore de tubes poreux et de tissu ligneux. Sa face interne n'est pas toujours lisse et unie. Très souvent elle forme, surtout quand la tige ou la branche est encore jeune, des espèces de mamelons saillans ou de festons qui correspondent chacun à un des compartimens ligneux séparés par les rayons médullaires.

C'est la seule partie de la tige qui contienne des trachées.

C'est la partie qui, dans la tige excessivement jeune, s'organise la première. Ainsi, tandis que toutes les autres portions sont encore confondues et seulement formées de tissu cellulaire, on voit se montrer la rangée de trachées et de vaisseaux ponctués qui vont constituer l'étui médullaire et servir de point de départ au tissu ligneux qui va s'organiser. Très souvent les faisceaux vasculaires qui composent l'étui médullaire ne sont pas unis latéralement

entre eux, mais laissent des espaces qui sont le commencement des rayons ou prolongemens à l'aide desquels la moelle communique avec l'enveloppe herbacée.

Nous venons de dire que dans les tiges très grosses et très vieilles le canal médullaire était fort petit. On en avait tiré généralement cette conclusion, qu'avec le temps, son diamètre intérieur diminuait graduellement et finissait même par disparaître. Cette opinion avait été présentée par Grew, admise par Duhamel et la plupart des physiologistes. M. Du Petit-Thouars au contraire pense qu'une fois formé le canal médullaire n'éprouve ni diminution ni augmentation dans son diamètre, et que par conséquent on doit le retrouver dans une tige de cent ans tel qu'il était, à la fin de la première année, dans la pousse qui lui a donné naissance. Cette dernière opinion est assez généralement celle qu'on a adoptée aujourd'hui, c'est à dire que l'on pense que le canal médullaire ne disparaît jamais complètement avec les progrès de l'âge. Cependant on ne peut se refuser à un fait de toute évidence, c'est qu'une vieille tige n'offre jamais un canal aussi grand qu'une très jeune. D'ailleurs il ne me paraît pas démontré que, dans certaines circonstances, il ne se forme à la paroi intérieure de l'étui médullaire des productions de fibres ligneuses, qui en s'y appliquant tendent à en diminuer le diamètre intérieur. Certains faits me portent au contraire à adopter cette opinion.

Le canal médullaire diminue avec le temps, mais ne disparaît pas.

La *moelle* ou *médulle interne* qui remplit le canal médullaire se montre avec des caractères différens, suivant qu'on l'examine dans une jeune branche de l'année qui se développe, ou dans une branche ou une tige déjà plus ancienne. Dans une jeune tige, elle forme une masse continue d'un tissu utriculaire charnu, imprégné de sucs dans toutes ses parties, et ordinairement d'une couleur verte plus ou moins intense. Mais, à mesure que la branche ou la tige s'accroît et qu'elle développe les feuilles, les fleurs ou les autres appendices dont elle est le support, les liquides accumulés dans la moelle sont absorbés, les particules de matière verte disparaissent, et, quand la végétation commencée au printemps s'arrête en été, le canal médullaire ne contient plus qu'un tissu cellulaire aride, incolore, vide et se déchirant avec la plus grande facilité.

Moelle dans la tige très jeune.

La moelle contient quelquefois des vaisseaux latexifères.

Les utricules qui composent la masse de la moelle ont quelquefois un volume très considérable, souvent aussi une forme hexagonale parfaitement régulière, laissant cependant entre eux, dans les points correspondans à leurs angles, des méats ou espaces intercellulaires. Il n'est pas rare non plus de voir la masse de la moelle parcourue longitudinalement par des faisceaux de vaisseaux qui appartiennent aux *latexifères*, et qu'on a désignés sous les noms de *fibres* ou *vaisseaux médullaires*. On les voit très bien dans certaines tiges herbacées où la moelle est très développée, et par exemple dans les férules, la belle de nuit, les euphorbes (Voyez pl. 3, fig. 1), etc.

Il arrive assez souvent que la partie de la moelle en contact avec la paroi interne de l'étui médullaire est d'un tissu plus serré, à parois plus épaisses, et offrant souvent pendant un assez grand nombre d'années la teinte verte, qui est un des caractères de toutes les parties qui conservent la faculté de se développer.

Quelquefois la moelle prend une teinte brune plus ou moins foncée, comme par exemple dans le marronnier d'Inde, le framboisier du Canada, etc.

Il s'y forme des lacunes.

Assez souvent, par la croissance rapide de la tige ou des rameaux, il se fait dans l'intérieur du canal des vides plus ou moins considérables, par la rupture et la destruction de la moelle qui ne peut se prêter à la distension de ces parois. C'est ce qu'on observe dans la plupart des tiges des plantes de la famille des Ombellifères, qui sont pleines tant qu'elles sont jeunes, mais qui deviennent creuses à mesure que la tige s'accroît en hauteur et en diamètre. Il résulte de là que la moelle se détruit, et que ce qui en reste s'applique sur la paroi interne de l'étui médullaire en formant une sorte de membrane celluleuse. C'est de cette manière que se forment les grandes lacunes ou cavités du canal médullaire; car à une certaine époque son intérieur était complètement rempli par le tissu de la moelle. Tantôt celle-ci éprouve, lors de la formation de ces cavités accidentelles, un retrait excentrique; tantôt au contraire la séparation se fait de haut en bas, et les portions de médulle restantes forment des lames minces ou des cloisons transversales qui séparent le canal médullaire en un grand nombre de cavités partielles. Cette disposition est surtout très remarquable dans les jeunes branches du noyer où ces cloisons sont extrêmement rappro-

chées les unes des autres, et forment des cavités très nombreuses. Aussi, le canal médullaire est-il la partie qui offre le plus souvent des *lacunes* dans les végétaux dicotylédonés.

Si maintenant nous cherchons à savoir quels sont les usages de la moelle, nous verrons que les opinions ont beaucoup varié à cet égard. Ainsi, selon le célèbre Hales, elle est l'agent essentiel de la végétation. Etant élastique et dilatable, elle agit à la manière d'un ressort sur les autres parties, qu'elle sollicite ainsi à se développer. D'autres, au contraire, la considèrent comme un corps tout à fait inerte. M. Dutrochet a, dans ces derniers temps, reproduit l'opinion de Hales, en faisant jouer à la moelle un rôle extrêmement important dans les phénomènes de l'accroissement des végétaux. Nous reviendrons prochainement sur cette opinion. Usages de la moelle.

§ IV. *De l'organisation de la tige dans les végétaux dicotylédonés annuels.*

La tige, dans les plantes herbacées dicotylédones, offre essentiellement la même structure que celle des arbres appartenant au même embranchement du règne végétal. Cependant elle nous a offert quelques modifications que nous croyons utile de mentionner ici. Végétaux annuels.

On y trouve les mêmes parties, c'est à dire une écorce, un corps ligneux et un canal médullaire. Examinées dans une tige annuelle parvenue à son *summum* de développement, ces trois portions sont intimement confondues et soudées ensemble. Si nous examinons chacune d'elles séparément, elle nous offrira les particularités suivantes.

1° *L'écorce.* Elle a la même structure générale que celle des végétaux ligneux, c'est à dire que généralement on y reconnaît les trois parties constituantes de l'écorce : l'épiderme, la médulle externe ou enveloppe herbacée, et les faisceaux corticaux formant le liber. L'épiderme et l'enveloppe herbacée n'offrent rien de particulier à noter. Quant aux faisceaux corticaux, ils manquent quelquefois en totalité, ou se confondent tellement avec la couche celluleuse de l'écorce qu'on ne peut les en distinguer. C'est ce que j'ai observé par exemple dans la giroflée jaune (*cheiranthus cheiri*), la scabieuse des jardins (*scabiosa atropurpurea*). Quand Ecorce.

les faisceaux corticaux existent, ils peuvent offrir plusieurs positions différentes. Ainsi, 1° quelquefois ils ne sont pas distincts les uns des autres, et le liber forme une *couche* mince et *continue* à la face interne de l'écorce. Cette disposition, que j'ai trouvée dans l'œillet de poète (*dianthus barbatus*), ne me paraît pas la plus fréquente. 2° En effet, le liber est plus souvent sous la forme de faisceaux isolés et distincts les uns des autres. Mais, dans ce cas-là encore, ils peuvent offrir deux positions différentes : ou bien ils sont placés dans l'épaisseur même de la couche celluleuse ordinairement plus près de sa face interne, en un mot à peu près comme on l'observe dans l'écorce des dicotylédonés ligneux. 3° Ou bien les faisceaux sont placés immédiatement sous l'épiderme et environnés de tous les autres côtés par l'enveloppe herbacée. Cette disposition se remarque dans les Ombellifères par exemple.

Quelquefois, quand la tige est anguleuse, les angles sont composés d'un tissu cellulaire très alongé, qui est incolore et sans granulations, et diffère du tissu du liber proprement dit en ce que les tubes courts et grêles qui le composent sont coupés carrément à leurs deux extrémités. Dans certaines tiges, ces faisceaux de tubes placés aux angles semblent tenir lieu de liber ; c'est ce que j'ai vu dans la mercuriale annuelle par exemple, où il n'y a aucune autre trace du liber proprement dit. D'autres fois on trouve ces faisceaux de tissu cellulaire alongé occupant les angles, dans des tiges où il y a de véritables faisceaux corticaux ; dans la *verbena stricta* par exemple, les quatre angles de la tige se composent de ce tissu alongé, et la face interne de l'écorce présente une série de faisceaux corticaux à parois épaisses et ayant la forme de fuseaux. J'ai bien pu reconnaître dans cette plante la différence d'organisation des vrais faisceaux du liber composés de tubes à parois épaisses, à diamètre intérieur très petit, terminés en pointe à leurs deux extrémités, et des *faisceaux sous-épidermoïdaux* formés de tubes courts, tronqués carrément à leurs deux extrémités et à parois plus minces. Au reste, ces faisceaux sous-épidermoïdaux se montrent aussi dans certaines tiges ligneuses, dans le sureau par exemple.

Ce sont eux qui, par leur développement successif, donnent quelquefois naissance à ces faisceaux ligneux qui semblent se dévelop-

per dans l'intérieur de l'écorce, comme M. de Mirbel l'a montré pour la tige du *calycanthus floridus*.

Les faisceaux corticaux placés à la face interne de l'écorce ne sont jamais appliqués immédiatement sur la couche ligneuse. Ils en sont séparés par une zone d'un tissu transparent, composé d'utricules disposées en séries rayonnantes qui font immédiatement suite au tissu ligneux. Cette zone forme la ***couche génératrice***, c'est à dire la partie de la tige où se passent les phénomènes curieux et encore obscurs de l'accroissement en épaisseur de la tige.

Corps ligneux.

2° Le *corps ligneux* existe dans les végétaux herbacés. Communément il y forme une couche circulaire peu épaisse, et offrant absolument la même disposition et la même organisation que celle qui se forme chaque année dans une tige ligneuse. Ainsi, on y trouve du tissu ligneux disposé par séries divergentes du centre à la circonférence, entremêlé de vaisseaux aériens, séparé en compartimens étroits par les rayons médullaires. Les rayons médullaires m'ont offert une particularité remarquable dans le *nicotiana glauca;* ils sont composés d'utricules *criblées*, tandis que celles qui constituent la moelle et l'enveloppe herbacée n'offrent en aucune manière cette organisation. Il semblerait donc ici que les rayons médullaires sont un organe différent des deux parties qu'il réunit. Cependant quelquefois les faisceaux ligneux sont distincts, peu nombreux et séparés les uns des autres par des espaces cellulaires aussi larges qu'eux. Ainsi, dans la mercuriale, il y a seulement huit faisceaux ligneux, un aux quatre angles de la tige et un autre correspondant à chacune des faces. Dans la giroflée jaune, la couche ligneuse m'a présenté une structure en quelque sorte anomale. Elle se compose d'épais faisceaux de tubes ligneux, sans aucuns vaisseaux aériens, séparés les uns des autres par des espaces verts irrégulièrement triangulaires et alongés à angle saillant, tantôt tourné en dehors, tantôt dirigé en dedans, dans lesquels existent les vaisseaux aériens. Il semble que dans cette plante, qui, comme nous l'avons dit, manque de véritables faisceaux corticaux, la couche ligneuse soit formée des faisceaux du liber et des vrais faisceaux ligneux.

Canal médullaire.

3° Le *canal médullaire* n'offre rien de remarquable que son extrême développement. La moelle qui le remplit éprouve par les

progrès de la végétation les mêmes changemens que celle des tiges ligneuses. Comme elle, elle se détruit quelquefois en partie pour former des cavités ou lacunes plus ou moins grandes. On y trouve aussi des faisceaux de vaisseaux latexifères. Ces derniers sont très abondans dans la tige du tabac commun et du tabac glauque, où leur diamètre, généralement fort petit, est néanmoins variable dans les divers vaisseaux qui composent chaque faisceau.

§ V. *De l'organisation de la tige dans les végétaux monocotylédonés.*

Tiges monocotylédones.

Quand nous avons précédemment parlé du *stipe* ou tige ligneuse des végétaux monocotylédonés, nous avons fait voir que par ses caractères extérieurs il différait beaucoup du tronc ou tige ligneuse des arbres dicotylédonés. Ces différences ne sont pas moins tranchées quand on pénètre dans son intérieur pour en étudier la structure intime. C'est à Desfontaines que l'on doit la première connaissance de cette structure de la tige des arbres monocotylédonés, et particulièrement des Palmiers, qui a été développée avec beaucoup de détails dans ces dernières années par M. le professeur Hugo Mohl, dans son beau travail sur l'anatomie des Palmiers[1].

Dans les deux grandes divisions des végétaux embryonés, la tige est toujours composée des mêmes élémens anatomiques, mais combinés autrement et de manière à donner naissance à une structure tout à fait différente. Ainsi, une tige de palmier ou de *dracæna* coupée en travers ne présente pas, comme celle d'un chêne ou d'un pommier, une suite de couches ligneuses emboîtées les unes dans les autres, avec un canal médullaire au centre, coupées par des lignes divergentes ou rayons médullaires en compartimens triangulaires, et recouvertes extérieurement par une écorce bien

Fig. XII.



[1] In Martius, Genera et species Palmarum, in-fol., fig.

distincte, composée elle-même de feuillets superposés. C'est une masse de tissu cellulaire sans écorce nettement tranchée, dans laquelle sont épars des faisceaux vasculaires et ligneux, séparés les uns des autres, nullement réunis de manière à former des couches, mais rejetés en plus grand nombre vers la partie extérieure de la tige, où ils sont plus serrés, plus durs, plus lignifiés, tandis que les plus intérieurs, généralement, mais pas toujours, plus écartés, sont plus mous, plus tendres, et plus récemment développés. Ainsi, pas d'écorce distincte et organisée par feuillets, pas de canal médullaire au centre, pas de faisceaux ligneux réunis en couches circulaires et superposées. Telles sont les différences principales que présente la tige d'un arbre monocotylédoné, comparée à celle d'un arbre dicotylédoné. Toutes ces vérités sont le résultat du travail de M. Desfontaines.

Mais depuis cette époque de nouvelles recherches ont été faites sur ce sujet et sont venues y jeter un nouveau jour. Ce sont particulièrement les travaux de M. Mohl, qui, approfondissant cette organisation décrite en masse par Desfontaines, nous a fait mieux connaître la structure intime et le mode de développement de ces faisceaux vasculaires. Donnons donc une description plus détaillée de cette organisation.

Et d'abord les végétaux monocotylédonés ont-ils une écorce ? La plupart des auteurs n'en font pas mention, et décrivent le stipe ou la tige ligneuse des arbres monocotylédonés comme étant dépourvue d'une véritable écorce. Nos observations nous ont amené à une autre opinion. Sans doute, si l'on veut retrouver dans l'écorce d'un palmier ou d'un *dracæna* absolument les mêmes parties, et disposées tout à fait comme elles le sont dans celle d'un chêne ou d'un poirier, on trouvera des différences assez grandes pour ne pas reconnaître une écorce dans la couche la plus superficielle du stipe d'un arbre monocotylédoné. Mais les différences qui existent dans la structure intérieure de la tige, entre ces deux grandes classes de végétaux, se retrouvent également dans la structure de leur écorce. Quelles sont en effet les parties constituantes de l'écorce? Un épiderme, du tissu utriculaire, et des faisceaux de vaisseaux courts, amincis en pointe ou coupés obliquement à leurs deux extrémités, et à parois très épaisses, et composées de plu- Leur écorce.

sieurs couches ou de plusieurs membranes superposées et intimement soudées. Or, nous retrouvons les mêmes élémens dans plusieurs tiges monocotylédonées, et en particulier dans celles qui sont herbacées. Ainsi, dans le *smilax mauritanica*, on trouve à la partie externe de la tige : 1° l'épiderme ; 2° une couche assez épaisse d'un tissu utriculaire contenant des granulations vertes ; 3° enfin des faisceaux inégaux de tubes fibreux fusiformes à parois très épaisses incolores, placés dans la partie interne du tissu utriculaire à granulations vertes, rapprochés mais non contigus, et disposés en une zone circulaire. Le tissu à granulations vertes forme évidemment l'enveloppe herbacée, et les faisceaux de tubes fibreux un véritable liber.

Dans le lis, au dessous de l'épiderme est une couche herbacée verte très épaisse, puis vient une couche circulaire continue assez épaisse de tubes fibreux constituant un liber. Une semblable organisation se remarque dans l'*anthericum annuum*, dans l'*iris ochroleuca*, dans le *ruscus racemosus*.

Enfin dans le *scirpus holoschœnus*, dans le *cyperus alternifolius*, on voit sous l'épiderme une couche de tissu utriculaire à granulations vertes, interrompue de distance en distance par des faisceaux de tubes fibreux qui, par leur côté externe, sont placés immédiatement sous l'épiderme, de telle sorte que les vaisseaux du liber sont en contact avec l'épiderme.

Si nous nous reportons un instant à ce que nous avons déjà dit de la structure de l'écorce dans les plantes dicotylédonées herbacées, nous verrons que nous y trouverons les trois modifications que nous venons de signaler dans l'écorce des monocotylédonés herbacés, savoir : 1° des filets corticaux distincts placés à la partie interne de l'enveloppe herbacée ; exemple : *verbena stricta* parmi les Dicotylédonés, *smilax mauritanica* parmi les Monocotylédonés ; 2° un liber sous la forme d'une couche continue ; exemple : *dianthus barbatus* et *lilium candidum* ; 3° des filets corticaux placés immédiatement sous l'épiderme et environnés par l'enveloppe herbacée ; exemple : *apium graveolens* et *scirpus holoschœnus*.

De ces observations il ressort évidemment que les plantes monocotylédonées herbacées ont une écorce organisée comme celle des Dicotylédonées herbacées, et offrant de plus les mêmes variations.

En est-il de même pour les tiges monocotylédonées ligneuses? L'observation exacte des faits va nous mettre à même de répondre à cette question. Ainsi la tige du *dracæna marginata* coupée en travers nous offre à sa partie externe une zone corticale parfaitement distincte du corps central. Cette zone se compose uniquement de tissu utriculaire; celui qui est placé immédiatement sous l'épiderme est d'une teinte brune, un peu desséché et déformé par la pression excentrique à laquelle il a été soumis; puis vient une couche plus épaisse d'un tissu utriculaire régulier, contenant beaucoup de granulations vertes et de raphides, mais dans lequel ces granulations vertes diminuent graduellement, à mesure qu'on s'éloigne plus de la surface extérieure de la tige. Evidemment cette couche utriculaire est une véritable écorce, mais une écorce réduite à l'épiderme et à l'enveloppe herbacée. Les faisceaux corticaux manquent, comme au reste ils manquent dans quelques plantes dicotylédonées, ainsi que nous l'avons déjà observé précédemment.

La ressemblance sera encore plus grande, si nous examinons la tige de certains palmiers, de l'*astrocaryum vulgare* par exemple (*voy. Mart. Palmæ*, t. *A*, fig. 1). On voit sous l'épiderme une couche celluleuse dans laquelle sont épars des faisceaux de tubes fibreux, en un mot une écorce composée des mêmes parties que celles que l'on trouve dans l'écorce des arbres dicotylédonés. La différence la plus grande qui existe sous ce rapport entre ces deux grandes divisions, c'est que dans les Dicotylédonés l'écorce se sépare du corps ligneux avec la plus grande facilité, tandis que dans les Monocotylédonés ces deux parties sont intimement confondues, et généralement sans que rien indique de ligne de démarcation entre elles. Cependant nous avons fait remarquer que cette distinction est très nette dans la tige du *dracæna marginata*. Le mode de développement du corps ligneux explique parfaitement cette séparation entre lui et l'écorce dans nos arbres dicotylédonés.

Ainsi, le stipe comme la tige herbacée des végétaux monocotylédonés a donc une véritable écorce, composée généralement d'un épiderme, d'une couche celluleuse (enveloppe herbacée), et de tubes fibreux courts et pointus, disposés en faisceaux distincts ou réunis en couche, et formant le liber.

Le corps ligneux se compose d'une masse utriculaire, au milieu Le corps ligneux.

de laquelle sont épars des faisceaux vasculaires et ligneux. Tantôt le corps ligneux dans toute son épaisseur est également plein, dur et compacte, quoique néanmoins les fibres ligneuses soient plus nombreuses et plus serrées à la partie externe de la tige. Tantôt les fibres intérieures sont tellement éloignées, que le tissu cellulaire interposé entre elles se détruit en partie, et que les fibres ligneuses sont libres et distinctes, c'est ce qu'on observe dans les *aloe* ligneux, dans les *yucca*, etc. Enfin il arrive encore quelquefois que toutes les fibres ligneuses sont réunies circulairement à la partie extérieure de la tige, formant ainsi une sorte d'étui ou de canal entièrement rempli par du tissu utriculaire ou une sorte de moelle, ou quelquefois vide. J'ai observé cette disposition dans la tige de plusieurs de ces petits palmiers de la Guiane qui appartiennent au genre *gynestum* ou *geonoma*.

Quelle que soit la disposition de ces fibres ligneuses, voici la structure particulière que chacune d'elles présente, ainsi qu'il résulte des beaux travaux de M. Mohl, et comme je l'ai moi-même vérifié non seulement dans les tiges monocotylédonées ligneuses, mais dans celles qui sont herbacées.

Structure des faisceaux vasculaires.

Un faisceau vasculaire de monocotylédoné parvenu à son dernier degré de développement se compose : 1° de vaisseaux aériens; 2° de tubes fibreux; 3° de vaisseaux propres; 4° de tissu utriculaire.

Ces élémens de l'organisation sont à peu près combinés dans le même ordre, dans le plus grand nombre des cas. Ainsi, un ou deux ou plusieurs gros tubes ponctués en occupent à peu près la partie centrale (Pl. 4, fig. 8); à l'extérieur, c'est à dire du côté tourné vers l'écorce, on remarque un faisceau considérable de tubes fibreux courts, à extrémités terminées en pointe et à parois très épaisses. Il est séparé des vaisseaux ponctués par un nombre plus ou moins considérable de vaisseaux propres ou latexifères, à parois très minces. A la partie interne est ordinairement un autre faisceau de tubes fibreux, moins considérable que celui de la partie extérieure. Entre ce faisceau et le tube, ou les tubes ponctués ou rayés qui occupent à peu près le centre du faisceau ligneux, est un tissu utriculaire alongé dans lequel se trouvent une ou plusieurs véritables trachées. Cette organisation, avec quelques modifications suivant

les genres ou même les familles, est à peu près celle qu'on peut considérer comme le type d'un faisceau vasculaire et ligneux d'une tige de monocotylédoné.

M. Mohl a assimilé en général les diverses parties d'un de ces faisceaux à celles qui constituent la tige ligneuse des dicotylédonés. Pour ce savant anatomiste, le faisceau de tubes fibreux placé à l'extérieur est le liber, et le faisceau des mêmes tubes occupant la partie interne représente le corps ligneux. Je ne sais pas jusqu'à quel point ce rapprochement est fondé. Il me semble que ces noms sont ici trop éloignés de leur véritable acception, ou s'appliquent à des objets trop différens de ceux qu'ils représentent ordinairement, pour que leur emploi puisse être utile. Evidemment ici ces tubes fibreux, ordinairement fusiformes et à parois épaisses, sont identiques avec ceux qui forment le tissu ligneux des tiges dicotylédonées; et, bien que souvent séparés en deux parties, ce qui n'arrive pas toujours cependant, on ne saurait avec quelque raison les considérer comme deux organes distincts. Ainsi chaque faisceau ligneux ou vasculaire d'une tige de palmier, ou de tout autre végétal monocotylédoné herbacé ou ligneux, se compose essentiellement : 1° de vaisseaux aériens, trachées, vaisseaux ponctués ou rayés ; 2° de vaisseaux latexifères ; 3° de tissu ligneux entièrement semblable à celui du tronc des arbres dicotylédonés, disposé en un ou en deux faisceaux distincts, l'un interne, l'autre externe; 4° enfin d'une certaine quantité de tissu utriculaire.

Leurs différences dans les divers points de leur longueur.

Les faisceaux vasculaires ne conservent ni la même grosseur, ni la même direction, ni enfin la même structure dans tous les points de leur étendue. Ainsi, en les prenant à la base de la tige, nous les voyons d'abord très grêles et minces comme des fils. Petit à petit leur volume augmente en même temps que leur structure devient plus compliquée. Dans leur trajet, leur direction varie. Ainsi, à partir de la base de la feuille, ils s'infléchissent sous la forme d'un arc pour gagner la partie centrale de la tige, puis, après un trajet plus ou moins long, ils regagnent insensiblement la partie extérieure de la tige dans laquelle ils viennent se perdre. Il résulte de cette disposition remarquable que, contrairement à l'opinion qui avait été émise par Desfontaines, que les fibres ligneuses prennent leur origine au centre de la tige, et que par conséquent elles sont

d'autant plus récentes qu'elles sont plus intérieures, ces fibres au contraire naissent constamment de la partie externe de la tige, et qu'elles viennent s'y terminer après avoir cheminé quelque temps à la partie centrale. Considérées dans l'ensemble de leur trajet, elles représentent donc une sorte d'arc très alongé, dont la convexité est tournée vers le centre de la tige. Déjà Moldenhaver (*Anatom.*, p. 53) avait combattu l'opinion de Desfontaines sur l'origine centrale des fibres ligneuses des palmiers, en disant que dans le dattier il avait observé que les fibres les plus intérieures du stipe appartenaient aux feuilles les plus anciennes, tandis que les plus extérieures naissaient des feuilles les plus récentes. Cette observation importante avait passé en quelque sorte comme inaperçue des phytotomistes qui tous adoptaient l'opinion de Desfontaines. C'est M. Mohl qui est venu, par ses belles anatomies des palmiers, rectifier nos idées sur le trajet et la distribution des fibres dans l'intérieur de leur stipe.

Comme nous l'avons déjà dit, ces fibres ou faisceaux n'ont pas la même structure dans toute leur étendue. A leur origine inférieure, immédiatement sous l'écorce, elles sont grêles et uniquement composées de tubes fibreux. A mesure qu'elles pénètrent dans l'intérieur de la tige, le nombre de ces tubes augmente, et, au côté interne du faisceau ou même vers son centre, commence à se montrer le faisceau des vaisseaux latexifères. Presque en même temps, se développe au côté interne le faisceau de fibres ou de tubes fibreux qui, pour M. Mohl, représente le corps ligneux. Après un certain trajet se montrent les vaisseaux aériens : ce sont d'abord des tubes ponctués, des vaisseaux rayés, puis enfin de véritables trachées. Mais à cette époque les utricules alongées, qui ont formé la partie externe du faisceau, diminuent en nombre, tandis que celles de la partie interne prennent plus de développement; de nouvelles trachées se forment au milieu d'elles, en même temps que le nombre des vaisseaux ponctués et rayés augmente. Enfin, au moment d'entrer dans la feuille, le faisceau se divise ou se sépare en plusieurs faisceaux secondaires qui se distribuent dans cet organe.

Le parenchyme ou tissu utriculaire qui forme la masse de la tige présente un grand nombre de modifications, soit dans la forme et la grandeur de ses utricules, l'épaisseur de leurs parois, qui sont

simples ou présentent des ponctuations ou des raies semblables à celles des vaisseaux. Quelquefois, dans la partie de ce tissu qui s'interpose entre les différens faisceaux ligneux, les utricules s'alongent transversalement de manière à avoir quelque ressemblance avec les rayons médullaires des tiges dicotylédones. On peut trouver dans ces utricules tantôt des cristaux rhomboédriques, tantôt des raphides, ou enfin des globules d'amidon. Quand la tige est très jeune, les utricules de son tissu contiennent des granules de chromule verte.

Nous n'avons rien de particulier à ajouter sur l'organisation de la *tige herbacée* et annuelle des végétaux monocotylédonés. Ce que nous avons dit précédemment nous dispense d'entrer dans de nouveaux détails. La tige herbacée est organisée comme la tige ligneuse, seulement les fibres dispersées au milieu du tissu utriculaire n'y acquièrent pas la même dureté. Comme nous l'avons déjà remarqué, elle offre une écorce organisée comme celle des plantes dicotylédonées, mais seulement confondue avec la masse de la tige.

§ VI. *De l'organisation de la tige dans la famille des Fougères.*

Tige des Fougères.

Les Fougères ont une analogie assez marquée avec les plantes monocotylédonées, quand on les envisage seulement sous le point de vue de leurs caractères extérieurs. Dans nos climats, ce sont en général des plantes herbacées, dépourvues de tiges proprement dites, ou plutôt n'ayant que des tiges souterraines ou rhizomes, d'où naissent les fibres radicales et les feuilles ou frondes qui s'élèvent dans l'air. Mais plusieurs Fougères dans les régions tropicales présentent une tige aérienne cylindrique, persistante, ligneuse, qui, par son port et sa forme générale, rappelle assez le stipe des Palmiers ou des autres Monocotylédonés ligneux. Cette tige en effet est en général simple, plus rarement divisée en deux branches à son sommet, cylindrique, c'est à dire à peu près d'une égale grosseur dans toute sa longueur; ordinairement hérissée d'aspérités formées par les bases persistantes ou par les cicatrices des feuilles déjà tombées, et ne portant, comme les Palmiers, des feuilles qu'à leur extrémité supérieure. Tous ces carac-

tères extérieurs sont fort analogues à ceux que nous avons déjà signalés dans les tiges des plantes monocotylédonées.

Les belles recherches de MM. Link, Adolphe Brongniart, et surtout de M. Mohl (*In Martius, Icon. plant. cryptogam. Brasiliæ*, in-f°, fig.), nous ont fait mieux connaître l'organisation de la tige des Fougères. Nous nous sommes livré nous-même à un examen approfondi de cette organisation qui nous permettra de l'exposer ici avec quelques détails.

Si nous étudions attentivement cette structure, et si nous la comparons à celle des autres végétaux, nous y trouverons des différences assez tranchées pour en former, comme l'a déjà indiqué M. Hugo Mohl, un type spécial d'organisation.

Pour rendre cette description plus complète et plus facile à comprendre, nous partirons de l'organisation de la tige herbacée des Fougères de notre climat, pour arriver ensuite à celle du stipe ligneux des Fougères arborescentes des régions tropicales.

1. *Tige herbacée des Fougères.*

Fougères herbacées. Premier type.

I. La tige souterraine ou rhizome du *Struthiopteris germanica* rampe horizontalement sous le sol. Si nous la coupons transversalement, nous verrons qu'elle se compose d'un tissu utriculaire à peu près régulier contenant des grains de fécule, offrant des méats inter-utriculaires très marqués, et ce tissu forme toute la masse de la tige. Six faisceaux vasculaires, d'une forme elliptique, ovale ou circulaire, sont rangés à peu près circulairement de manière à représenter une sorte de zone. Le tissu utriculaire de la tige, vers la partie extérieure et superficielle de cet organe, change assez brusquement de nature : en même temps que le diamètre des utricules diminue considérablement, leur longueur augmente, et l'on a ainsi une couche assez épaisse de tissu cellulaire alongé dont les parois sont colorées en brun plus ou moins foncé ; la rangée la plus superficielle de ce tissu représente l'épiderme, dans lequel je n'ai jamais pu distinguer de stomates. Toute cette masse de tissu alongé représente l'écorce qui, ainsi que dans les Monocotylédonés, n'est pas distincte du reste de la tige. Si nous examinons la composition d'un des faisceaux vasculaires, nous verrons

d'abord que chacun d'eux est nettement séparé du tissu utriculaire au milieu duquel il est plongé. Il est formé extérieurement d'une zone assez épaisse et inégale de cellules alongées à parois peu épaisses, terminées obliquement en pointe, ou plus rarement carrément à leurs extrémités, et contenant aussi des grains de fécule. En dedans de cette zone se trouvent réunis un très grand nombre de vaisseaux aériens presque tous de la nature de ceux qu'on nomme *scalariformes*, quelquefois cependant simplement *ponctués*. Pressés les uns contre les autres, ces vaisseaux ont ordinairement une forme angulaire. Quelques utricules alongées se trouvent mélangées avec eux.

Une organisation semblable se remarque dans les tiges des *polypodium vulgare*, *aureum*, etc., seulement le nombre des faisceaux y est plus considérable.

Si nous les suivons dans leur trajet au milieu du tissu cellulaire de la tige, nous voyons ces filets vasculaires envoyer des rameaux qui se rendent de l'un à l'autre, et de ces anastomoses réciproques résultent des mailles alongées, dont l'ensemble constitue un réseau vasculaire. Il résulte de cette disposition qu'il existe ainsi une zone complète et circulaire de vaisseaux représentant une sorte de treillage à claire-voie et à mailles irrégulières.

Les faisceaux de fibres qui se rendent dans les feuilles ne sont que des branches des faisceaux principaux qui s'en détachent presque à angle droit pour pénétrer dans le pétiole de la fronde, les faisceaux principaux continuant à poursuivre leur route.

II. Un second type d'organisation nous est offert par la tige souterraine et horizontale du *pteris aquilina*. Ici les faisceaux vasculaires n'ont plus la disposition régulière et à peu près circulaire qu'ils nous ont offerte dans les espèces que nous avons étudiées tout à l'heure. Ils sont épars sans ordre dans la masse utriculaire de la tige; leur volume, leur nombre, sont aussi variables que leur figure, tantôt arrondie, tantôt ovalaire, ou plus ou moins alongée et contournée. Indépendamment de ces fibres vasculaires, dont l'organisation est essentiellement la même que celle que nous avons exposée précédemment, on trouve dans la tige une autre forme de l'élément anatomique. Ce sont des tubes fibreux, à parois épaisses et colorées en brun, à extrémités terminées en

Second type.

pointe, qui forment soit des faisceaux inégaux et isolés, soit des espèces de lames perpendiculaires, tantôt sous la forme d'une étoile à trois branches au centre de la tige, tantôt sous celle d'un T, ou enfin contournées en fer à cheval. Car ces différentes formes se remarquent dans les différens points d'une même tige coupée transversalement à différentes hauteurs. Ce sont ces lames diversement contournées et toujours colorées en brun foncé qui, sur la coupe transversale de la tige, présentent ces figures irrégulières et bizarres qu'on remarque dans un grand nombre de Fougères. Ainsi combinées avec les faisceaux vasculaires, ces lignes représentent, dans une coupe oblique du rameau souterrain et frondifère du *pteris aquilina*, une figure qui, au premier abord, a quelque analogie avec celle d'un aigle héraldique. On trouve également de semblables tubes fibreux réunis en petits faisceaux au côté externe des faisceaux vasculaires. Mais dans tous les cas ils en sont parfaitement distincts. Il y a donc ici deux espèces de faisceaux ligneux : ceux qui contiennent des vaisseaux aériens, et ceux qui sont uniquement formés par des tubes fibreux et colorés en brun. Peut-être pourrait-on considérer les cellules alongées qui environnent les vaisseaux aériens comme les tubes propres ou vaisseaux latexifères des Fougères. Leur position en effet et leur structure sont absolument les mêmes que celles de ces vaisseaux dans les faisceaux ligneux des plantes monocotylédonées. Il n'y aurait donc alors de véritable tissu ligneux que là où existent ces tubes fibreux à parois épaisses et colorées en brun, et tout à fait semblables à celui du bois dans les plantes phanérogames. La structure des Fougères ligneuses, que nous exposerons tout à l'heure, viendra confirmer cette opinion.

Troisième type.

III. La tige, dans les genres *Trichomanes* et *Hymenophyllum*, nous montre un troisième type d'organisation fort remarquable. Tous les vaisseaux aériens sont réunis au centre de la tige, et forment un faisceau unique, entremêlé et environné de vaisseaux propres. Tout autour de ce faisceau vasculaire est une zone circulaire et épaisse de tissu ligneux très coloré ; puis en dehors une couche de tissu utriculaire simple. J'ai vérifié cette organisation, déjà indiquée par M. Mohl dans la tige de l'*hymenophyllum giganteum* de l'île Bourbon.

II. *Tige ligneuse des Fougères.*

Fougères arborescentes.

La tige ligneuse des Fougères, comme nous l'avons dit au commencement de ce chapitre, présente extérieurement des espèces d'empreintes de formes assez variées, anguleuses ou elliptiques, très rapprochées les unes des autres ou plus ou moins écartées, tantôt disposées en cercles superposés, tantôt en lignes spirales. Ces empreintes, qui se remarquent dans toute la longueur du stipe des Fougères, sont les cicatrices des feuilles. On voit sur leur surface la trace apparente des faisceaux vasculaires très nombreux qui pénétraient dans le pétiole de la fronde. Ces faisceaux ont une disposition qui m'a paru à peu près constante. Ils forment communément deux lignes arquées à la partie inférieure, une autre ligne qui suit à peu près le contour supérieur de la cicatrice, et entre ces lignes courbes se montrent quelques faisceaux ordinairement isolés.

Fig. XIII.



Dans certaines espèces, la partie inférieure du stipe est recouverte, dans une hauteur de plusieurs pieds, de corps filamenteux, épais et très serrés, formant une couche dense, souvent d'un à deux pouces d'épaisseur. Ce sont des fibres radicales, qui fréquemment ne descendent pas jusqu'à terre.

Leur stipe est plein ou creux.

Coupé transversalement (Fig. XIII), le stipe de ces végétaux est tantôt plein, tantôt creux dans sa partie centrale; comme celui des Monocotylédonés, il offre beaucoup plus de solidité dans sa partie externe. Sur cette coupe horizontale se voient un grand nombre de lignes noires d'une à deux lignes d'épaisseur, diversement contournées, mais formant des figures irrégulières et bizarres, qui cependant se reproduisent avec une sorte de régularité. Ces figures rapprochées les unes contre les autres forment par leur réunion un cercle ou une couche circulaire à la partie extérieure de la tige, qui représente le corps ligneux. Tout l'intérieur de ce cercle est occupé par du tissu utriculaire rempli de grains de fécule, et repré-

Il offre des lames noires et contournées.

sentant le parenchyme de la tige. Ce parenchyme est tantôt d'une couleur brune, tantôt d'une teinte claire. Il contient quelques faisceaux vasculaires grêles et épars. Quelquefois il se détruit ou plutôt se dessèche, se contracte sur lui-même, et, en s'appliquant sur la paroi interne du corps ligneux, il laisse au centre de la tige une cavité irrégulière, qui souvent s'étend dans toute sa longueur. Je doute que cette cavité existe sur la plante fraîche et en état de végétation. Elle me paraît être le résultat de la dessiccation plus ou moins rapide à laquelle la tige a été exposée.

Les lignes noires dont nous avons parlé sont autant de lames perpendiculaires qui s'étendent dans toute la longueur de la tige. Chacune des figures qu'on voit sur la coupe transversale est formée par deux lames noires peu écartées l'une de l'autre, et circonscrivant ainsi un espace étroit, inégal, qui est rempli par un tissu peu coloré. Nous reviendrons tout à l'heure sur la structure intime de toutes ces parties.

Ces lames sont anastomosées entre elles dans leur longueur.

Si nous suivons ces lames dans la longueur de la tige, ainsi que l'a fait M. Hugo Mohl, nous reconnaîtrons que les différentes figures réunies en cercle pour constituer le corps ligneux se soudent latéralement dans différens points de leur étendue, et que de cette soudure il résulte que le corps ligneux forme une couche partout continue, et seulement interrompue dans quelques points. C'est au reste ce que nous avons déjà observé pour les faisceaux vasculaires des tiges de fougères herbacées. Seulement M. Mohl a vu qu'au point qui correspond à l'insertion d'une fronde, il y a toujours au corps ligneux une interruption, une fente longitudinale. Ce sont ces fentes ou interruptions qui, sur une tranche horizontale, séparent les différentes figures les unes des autres.

En dehors de ces figures compliquées, dont la réunion constitue le cercle ou corps ligneux, se voient quelques faisceaux inégaux et irréguliers plus ou moins volumineux, disséminés dans le tissu utriculaire extérieur, et également anastomosés entre eux dans leur longueur. Enfin, tout à fait à l'extérieur de la tige, existe une couche noire plus ou moins épaisse, très dure, qui se confond insensiblement par son côté interne avec le tissu utriculaire et parenchymateux situé au dessous d'elle. Cette couche extérieure représente l'écorce.

Maintenant venons à la structure intime de chacune des parties que nous avons signalées.

Les lignes noires sont formées de tissu ligneux, c'est à dire d'utricules très alongées, pointues aux deux extrémités, ayant leurs parois très épaisses, composées de plusieurs lames superposées et intimement soudées entre elles. Ces utricules ont une teinte bistre qui paraît due à un principe colorant qui les a imprégnées, et nullement à la présence d'une matière qu'on apercevrait à travers leurs parois. Leur structure.

La partie qui occupe l'intervalle de deux lignes noires dans une des figures de la tige offre : 1° des vaisseaux scalariformes, excessivement nombreux, pressés les uns contre les autres, souvent sous la forme de prismes hexagonaux (Pl. 3, fig. 9), entremêlés d'utricules plus ou moins irrégulièrement hexagonales, courtes, et dont les parois offrent la même structure que celles des vaisseaux scalariformes. Les points de cette partie les plus extérieurs, c'est à dire ceux qui sont en contact avec les lames ligneuses et colorées, sont composés d'utricules alongées inégales, à parois minces, que l'on peut assimiler, comme nous l'avons déja proposé pour les Fougères herbacées, aux vaisseaux propres ou latexifères. Puis on trouve aussi quelquefois une certaine quantité de tissu utriculaire ordinaire.

Toute la masse parenchymateuse qui existe dans l'intérieur de la tige ne montre qu'un tissu utriculaire d'une forme assez variable, à parois minces et incolores, contenant fréquemment des grains de fécule. Enfin la portion dure et noire, située tout à fait à l'extérieur de la tige et qui représente l'écorce, est également constituée par un tissu utriculaire très alongé, également coloré en brun, mais à parois beaucoup plus minces que dans le tissu ligneux proprement dit.

Nous ferons remarquer ici, en terminant cette description anatomique abrégée, qu'il nous est arrivé plusieurs fois, en déchirant avec quelque précaution le tissu ramolli d'une espèce d'*alsophila* (dont nous ignorons la patrie, et que nous avons dans notre collection sous le nom de *cyathea heraldica*), de voir quelques uns des vaisseaux scalariformes se dérouler en lanières spirales à la manière des véritables trachées. J'ai cru reconnaître que ceux dans lesquels

ce déroulement avait lieu offraient des fentes plus longues et sous ce rapport ayant plus d'analogie avec les trachées.

Comparaison de la tige des Monocotylédons.

Comparons actuellement la structure des Fougères à celle des plantes monocotylédonées, dont la plupart des auteurs jusqu'à présent l'ont plus ou moins rapprochée. La tige, dans ces deux classes de végétaux, est également formée d'une masse parenchymateuse, dans laquelle sont distribués des faisceaux vasculaires. Dans les Fougères herbacées ou ligneuses, ces faisceaux forment, dans le plus grand nombre de cas, une seule rangée circulaire à la partie externe de la tige; dans les Monocotylédonés, ils sont épars dans toutes les parties intérieures de la tige, quoiqu'en plus grand nombre à la partie externe. Dans les premières, ces faisceaux sont anastomosés entre eux très fréquemment dans leur longueur, de manière à former une sorte de cylindre à parois réticulées; ils sont continus et sans anastomoses dans les seconds. Dans les Monocotylédonés, chaque faisceau vasculaire ou ligneux se compose de trachées, de vaisseaux ponctués ou rayés, de vaisseaux latexifères, et en dehors de tissu ligneux. Il n'y a jamais de trachées dans les Fougères, et jamais de tissu ligneux dans les Fougères herbacées. Quant aux Fougères en arbre, le tissu ligneux forme ordinairement des faisceaux distincts, qui sous la forme de lames environnent les vrais faisceaux vasculaires.

Ces différences, comme on le voit, éloignent singulièrement les Fougères, malgré l'analogie de leurs formes extérieures, des plantes monocotylédonées, envisagées quant à leur structure. Elles représentent donc un type spécial d'organisation, également différent de celui des plantes monocotylédonées et des plantes dicotylédonées.

§ VII. *De quelques tiges dicotylédonées à organisation exceptionnelle.*

Tiges offrant une organisation exceptionnelle.

La description que nous avons donnée précédemment de l'organisation de la tige s'applique, à de très légères modifications près, à toutes les tiges ligneuses des végétaux dicotylédonés. Cependant il en est quelques uns dans lesquels les mêmes élémens anatomiques sont combinés autrement, et de manière à donner naissance à une structure qui, au premier abord, diffère considérablement de celle

que l'on peut en quelque sorte considérer comme l'état normal, car c'est celui qu'on observe dans l'immense majorité des cas. Nous pensons néanmoins que ces structures anormales peuvent toujours être rapportées à la loi commune, dont elles ne sont que des altérations passagères. Nous allons passer successivement en revue les familles de végétaux où l'on trouve ces anomalies.

Il n'y a qu'un petit nombre d'années que l'on a commencé à signaler ces différences spéciales d'organisation dans la tige de certains végétaux. MM. Kieser, Moldenhaver, de Mirbel, Gaudichaud, Lindley et Decaisne sont particulièrement ceux qui ont appelé l'attention des physiologistes sur ces anomalies végétales, qui, à l'exception des Conifères, se montrent particulièrement dans des plantes sarmenteuses et grimpantes, vulgairement désignées dans les pays chauds sous le nom de *lianes*.

I. *Famille des Conifères.*

La famille des Conifères, c'est à dire ce groupe naturel de végétaux qui réunit les pins, les sapins, les cèdres, les mélèzes, etc., est une de celles que l'on a d'abord signalées comme offrant des différences dans l'organisation de sa tige. Les auteurs qui se sont spécialement occupés de ce sujet sont Kieser et Moldenhaver d'abord, puis plus tard MM. Link, Hugo Mohl et Adolphe Brongniart. 1. Conifères.

Les caractères anatomiques qui distinguent la tige des Conifères de celle des autres arbres dicotylédonés sont les suivans : Les couches ligneuses sont uniquement composées de tissu ligneux (Pl. 4, fig. 6), sans apparence de vaisseaux aériens. Ces vaisseaux n'existent que dans la partie la plus intérieure de la première couche ligneuse, qui constitue l'étui médullaire. Ce sont des trachées ordinairement très grêles, et dont la spiricule est quelquefois rameuse et forme une spirale un peu irrégulière. Mais, dans les rameaux encore jeunes, ces trachées ont leur spiricule facilement déroulable. Dans le *podocarpus zamiæfolius*, que nous avons décrit dans notre Flore de la Nouvelle-Zélande (*Voyage* de l'*Astrolabe*, part. botanique), les trachées sont abondantes, inégales, c'est à dire de différens calibres, et les tours de la spiricule, qui sont très facilement Ils n'ont pas de vaisseaux aériens dans les couches ligneuses.

déroulables, ne sont pas immédiatement contigus. Dans les trachées plus minces, ces spires sont très éloignées les unes des autres. Mais, en dehors de cet étui, on ne trouve plus d'autre tissu que les tubes fibreux du bois. Les rayons médullaires sont excessivement minces et à peine marqués.

Organes perforés.

Le tissu ligneux se compose de tubes courts ou alongés, terminés en pointe à leurs deux extrémités (Pl. 2, fig. 6), mais n'offrant jamais la forme de fuseaux, que l'on rencontre assez souvent dans le tissu ligneux de beaucoup d'autres végétaux. Leurs parois sont généralement épaisses, et se montrent composées de plusieurs couches superposées. Elles offrent, de plus, ces corps singuliers sur la nature desquels on a tant écrit. Ils ont la forme et l'aspect d'une lentille transparente, présentant une perforation à leur centre (Pl. 2, fig. 6). Dans le plus grand nombre des cas, ils sont plus marqués ou plus faciles à apercevoir dans des coupes faites parallèlement aux rayons médullaires ; cependant, dans beaucoup de circonstances, on les voit dans tous les points des parois des tubes ligneux. Dans les espèces de nos climats, comme les pins, les sapins, etc., ils forment une seule rangée longitudinale et ont à peu près la même largeur que le tube : dans quelques espèces exotiques (*araucaria chilensis*, *podocarpus zamiæfolius* Nob.) ils forment une double rangée longitudinale (Pl. 2, fig. 7), et alors tantôt ils sont opposés ou placés l'un vis à vis de l'autre tantôt ils sont alternes.

Leur structure.

Chacun de ces corps est bien réellement une excavation circulaire et superficielle faite aux dépens de la face externe de la paroi, au centre de laquelle est une perforation de l'épaisseur de la membrane, qui, à cause de cette épaisseur même, forme un petit canal d'une certaine étendue. C'est un fait pour moi tout à fait hors de doute, et dont j'ai acquis la conviction par l'inspection anatomique de l'*araucaria chilensis*. Dans cette espèce en effet, comme les parois sont extrêmement épaisses, j'ai pu reconnaître avec la plus grande netteté (Pl. 2, fig. 9, 10) l'existence de petits canaux traversant toute l'épaisseur de la paroi, et s'étendant ainsi jusqu'à la ligne qui la sépare de celle du tube contigu. J'ai constaté l'existence de ces petits canaux non seulement dans des coupes longitudinales, comme celles que représente la figure 9 de la planche 2, mais encore dans des coupes horizontales (Fig. 10). L'*araucaria chilensis*, la seule

espèce du genre que j'aie examinée, est aussi la seule plante de la famille des Conifères où j'aie reconnu avec autant de netteté cette organisation des pores des Conifères. Un fait non moins remarquable, c'est que l'excavation circulaire au centre de laquelle est placée la perforation se fait aux dépens de la face externe du tube ligneux, et que, réunie à celle du vaisseau contigu, elles forment à elles deux un espace lenticulaire et creux, dans lequel viennent aboutir chacun des deux petits canaux qui traversent horizontalement l'épaisseur. C'est ce que j'ai parfaitement reconnu dans des coupes longitudinales et tangentielles du corps ligneux. Ainsi quand, dans une coupe parallèle aux rayons médullaires, on aperçoit l'ouverture des petits canaux sous la forme d'une simple perforation entourée comme d'une sorte de bourrelet lenticulaire, celui-ci, au lieu d'être saillant à la face interne du tube ligneux, n'est qu'une excavation de sa surface extérieure. La transparence des parois complète l'illusion, et fait croire à l'existence d'un corps transparent, lenticulaire et saillant. Ainsi, la nature de ces corps nous paraît devoir être à peu près définitivement fixée par les recherches auxquelles nous nous sommes livré. On doit donc rejeter l'opinion des auteurs qui les avaient considérés comme des espèces de vésicules lenticulaires remplies de résine fluide et sans perforation, admettant à tort que le point lumineux qu'on voit à leur centre était le résultat de la concentration des rayons lumineux par le corps lenticulaire. L'existence des canaux traversant toute l'épaisseur des parois détruit de fond en comble cette manière d'envisager ces corps. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce point, ayant l'intention de publier plus tard le résultat des observations que nous avons faites sur cette intéressante famille. L'entrée du canal pariétal est tantôt circulaire, tantôt ovale ou même linéaire. Quelquefois l'excavation arrondie manque, ou du moins ne se fait nullement sentir, et on ne voit que la perforation ou l'entrée du canal qui traverse la paroi du tube ligneux.

Quelques plantes de la famille des Conifères se distinguent par If
certaines particularités de leur organisation, qui ont été déjà très bien décrites et figurées par Kiéser, dans son mémoire sur l'organisation des Conifères, et dont mes propres observations m'ont fait reconnaître toute la justesse. Ainsi dans l'if (*taxus bac-*

cata L.) (Pl. 2, fig. 7), les tubes ligneux, indépendamment des perforations de leurs parois qu'ils ont en commun avec les autres Conifères, présentent intérieurement une ou deux spiricules filiformes, roulées en hélice et dont les tours sont écartés les uns des autres.

Ephedra. Le genre *ephedra*, qui diffère tant des autres Conifères par la singularité de son port, présente aussi une organisation spéciale. La partie ligneuse de sa tige, indépendamment des tubes ligneux (Pl. 2, fig. 9) qui ont la même structure que celle des autres plantes de la famille, offre de très gros vaisseaux, irrégulièrement épars dans le tissu ligneux, coupés de diaphragmes de distance en distance, et dont les parois peu épaisses offrent d'énormes perforations irrégulièrement arrondies, et disposées ordinairement sur deux lignes longitudinales. Ainsi le genre *ephedra* diffère des autres Conifères par l'existence de gros tubes perforés au milieu du tissu ligneux, et de tous les autres végétaux connus par la grandeur démesurée de ces perforations. Cette organisation paraît être propre à toutes ou à presque toutes les espèces de ce genre; car elle a été d'abord signalée par Kiéser dans l'*ephedra distachya* qui croît sur nos côtes; dans une espèce indéterminée du Chili par M. Lindley; et mes observations ont été faites sur l'*ephedra altissima* que j'ai recueilli en Sicile, entre Terranova et Biscari.

II. *Famille des Sapindacées.*

II. Sapindacées. M. Gaudichaud est le premier qui ait indiqué (*Arch. de Bot.*, 2, p. 81. — 1833) la singulière structure que présente la tige dans cette famille, qui se compose en entier de végétaux exotiques, la plupart sarmenteux et grimpans. Autour de la tige principale, qui est ordinairement cylindrique, on en observe plusieurs autres de même forme, d'un diamètre plus petit, et qui sont intimement soudées avec elle. Il résulte de cette disposition, qu'au premier abord cette tige semble formée de plusieurs branches qui, très rapprochées les unes contre les autres, se seraient mutuellement entregreffées. C'est même de cette manière que sa formation a été expliquée par quelques auteurs. Le nombre des tiges latérales ainsi soudées à la tige centrale est variable; on en compte deux, trois, et même jusqu'à cinq et six. En général c'est la tige centrale

qui conserve le plus de grosseur, les latérales étant souvent incomparablement plus petites. D'autres fois, les tiges latérales sont à peu près égales à celle qu'elles entourent.

La tige centrale a son écorce parfaitement entière dans tout son contour, même aux points sur lesquels sont appliquées les tiges surnuméraires. Là cette écorce est commune à la tige principale et à celles qui sont appliquées sur elle. Mais, dans la partie extérieure et libre de celles-ci, on voit une écorce mince qui se confond avec l'écorce principale. La tige centrale a un canal médullaire placé vers son centre, et ayant une forme à peu près cylindrique. De ce canal partent des rayons médullaires excessivement minces, très rapprochés et très nombreux. Les tiges latérales ont au contraire un canal médullaire très comprimé de dehors en dedans, se montrant, dans une coupe transversale, sous la forme d'une simple ligne celluleuse. La disposition des rayons médullaires est en rapport avec la forme de ce canal, et n'est pas aussi régulière que dans la tige principale. Dans quelques espèces, les tiges latérales nous ont paru dépourvues de canal médullaire (Gaudich. Collect. de tiges, n° 53); et même ces tiges, de même que la principale, manquent aussi de rayons médullaires, bien que cette dernière ait un canal médullaire très apparent.

On voit quelquefois ces tiges, ou, pour parler plus exactement, ces faisceaux ligneux corticaux se bifurquer, c'est à dire se diviser en deux branches distinctes; de sorte que la coupe transversale d'une même tige faite à différentes hauteurs ne présente pas toujours le même nombre de faisceaux ligneux corticaux. Du reste, ces tiges offrent la même composition anatomique que les autres tiges normales de Dicotylédons.

On peut très bien se rendre compte de cette organisation, en examinant, comme nous l'avons fait, la tige jeune et encore herbacée des plantes de la famille des Sapindacées. La tige ou les jeunes rameaux sont ordinairement anguleux, et le nombre des angles est variable. Dans ce cas, on voit sur une coupe transversale que chaque angle saillant présente un faisceau vasculaire, entièrement distinct de la couche ligneuse de la tige. Il en est séparé par une zone transparente, à laquelle nous avons déjà donné le nom de couche génératrice. Le liber, sous la forme d'une

zone parfaitement continue, recouvre également ces faisceaux. Ce n'est donc que plus tard que s'organise l'écorce qui doit séparer les faisceaux ligneux corticaux du corps ligneux central. Nous n'avons pas pu suivre les progrès de ce développement.

Dans les espèces dont la tige est cylindrique, on observe aussi de semblables faisceaux ligneux dans l'épaisseur de l'écorce.

Calycanthus. Cette organisation de la tige des Sapindacées nous rappelle celle du *calycanthus floridus* qui a été décrite et figurée par M. de Mirbel (*Ann. Sc. nat.* 14, p. 367, t. 13). Elle nous rappelle également l'organisation de la tige d'un grand nombre de plantes herbacées, dans laquelle nous avons souvent trouvé, surtout quand elle était anguleuse, des faisceaux vasculaires développés dans l'épaisseur de l'écorce, et différens de ceux qui en constituaient le liber. Nous remarquerons seulement une différence, c'est que ces faisceaux n'étaient formés que de tubes fibreux, sans apparence de vaisseaux aériens.

On trouve encore dans quelques Sapindacées (Gaud. Collect. de tiges, n° 11) une autre modification de l'organisation de la tige. Il n'y a plus de tige principale ou centrale, mais seulement trois gros faisceaux séparés les uns des autres par une écorce commune, brune et assez épaisse, et formant par leur réunion un seul et même corps à trois angles très arrondis. Chacun de ces faisceaux est plus ou moins sinueux dans son côté externe. Aucun d'eux ne présente de canal médullaire, et les rayons médullaires très peu marqués ont une direction un peu irrégulière du centre de la tige vers la surface externe.

III. *Famille des Bignoniacées.*

III. Bignoniacées. Le corps ligneux est entamé dans sa surface externe par quatre échancrures très profondes, mais qui n'atteignent jamais jusqu'à sa partie centrale, de sorte que sa coupe transversale offre la figure d'une croix de Malte très régulière. Ces échancrures sont remplies par un tissu tout à fait semblable à celui qui forme l'écorce, c'est à dire qu'il est composé de tissu utriculaire contenant de très gros faisceaux de tissu fibreux. La différence entre le tissu ligneux et celui qui forme l'écorce et remplit les échancrures du corps li-

gneux est excessivement tranchée. Cependant on voit quelquefois les rayons médullaires du corps ligneux se prolonger sans interruption dans le tissu cortical des échancrures, comme au reste cela s'observe fréquemment dans une foule d'autres végétaux ligneux, où les rayons médullaires du bois pénètrent dans l'épaisseur de l'écorce.

IV. *Famille des Malpighiacées.*

M. Gaudichaud a encore mentionné une disposition remarquable dans la forme du corps ligneux de quelques tiges sarmenteuses de Malpighiacées. Sa surface est parcourue dans toute sa longueur par des enfoncemens plus ou moins profonds, égaux ou inégaux, remplis également par du tissu cortical; de sorte que le bois se trouve partagé en compartimens plus ou moins considérables et séparés les uns des autres par ces productions corticales intérieures. Comme ces tiges sont quelquefois tordues sur elles-mêmes, elles représentent alors assez bien des espèces de cordes ou de câbles. IV. Malpighiacées.

V. *Familles des Ménispermées et des Aristolochiées.*

M. Decaisne a présenté récemment à l'Académie des Sciences de l'Institut un mémoire sur l'organisation des *Ménispermées* et des *Aristolochiées*. Nous donnerons ici un aperçu rapide de ses observations, en transcrivant une note qu'il a eu l'obligeance de nous communiquer.

«Le bois des Ménispermées présente un développement différent de celui des autres végétaux dicotylédonés, par l'absence de couches concentriques régulièrement formées chaque année; les faisceaux ligneux y restent simples et ne se divisent point dans leur longueur, comme cela a lieu dans les autres dicotylédonés, mais s'alongent chaque année, par la formation d'une nouvelle couche en dehors de la première et en dedans du liber. Celui-ci, placé en dehors de chacun de ces faisceaux ligneux, cesse de s'accroître après la première année de végétation (*menispermum canadense*). Ménispermées.

»Dans quelques Ménispermées (*cissampelos pareira*, *cocculus laurifolius*, etc.), des faisceaux nouveaux, semblables en appa-

rence, mais dépourvus de vaisseaux spiraux et de liber, se montrent au bout de plusieurs années en dehors des premiers et forment un cercle concentrique au premier; cette formation peut se répéter plusieurs fois, et il en résulte l'apparence de plusieurs couches concentriques. Dans ce cas, le liber (n'appartenant qu'au cercle de la première formation), au lieu de se trouver placé à la circonférence de la tige, comme dans tous les végétaux dicotylédonés jusqu'ici connus, l'est au centre et près de la moelle.

»Il est encore à remarquer qu'au moment où une seconde couche de faisceaux fibreux vient à entourer la première, le cambium de celle-ci cesse de s'organiser, et persiste à l'état de tissu cellulaire alongé.

»Il résulte encore de ces observations que l'écorce, généralement formée par le liber, ne prend aucun développement; c'est l'épiderme qui en tient lieu, et recouvre la partie externe des tiges sous la forme d'une croûte mince et herbacée.

»Le gui offre également un développement analogue à celui du *menispermum canadense*.

Aristoloches. »Les aristoloches, dans certaines espèces (*A. sipho,* etc.), présentent des couches concentriques, et dans d'autres (*A. labiosa, clematitis*) on voit les faisceaux se diviser par l'interposition de rayons cellulaires incomplets, convergeant vers le centre à la manière des branches d'un éventail.

»Ces deux modifications, d'après les exemples cités, ne paraissent point dépendre des climats et des saisons inégalement distribués, puisque l'espèce commune au climat de Paris nous offre la même organisation que l'espèce tropicale, avec cette légère différence cependant, que cette dernière présente un développement excessif de l'épiderme ou médulle externe, semblable à celui du liège, de l'orme, etc., tandis que l'*A. clematitis*, dont la tige est souterraine, ne nous offre rien de semblable. Cette différence au reste est d'une très mince importance, puisque, dans des végétaux placés dans les mêmes conditions, on voit cette partie se développer ou s'atrophier complètement.

»Les aristoloches présentent encore un point d'organisation essentiel à faire connaître, celui de la portion du liber qui se montre sous la forme de petits faisceaux opposés à ceux du bois. Ces fais-

ceaux du liber persistent et se multiplient en même temps que ceux du bois, puisque, à toute époque, ils sont en nombre égal ou opposés.

» Depuis long-temps M. de Mirbel avait signalé la présence de faisceaux ligneux au centre de la moelle dans les nyctago; depuis, des observations analogues ont été faites sur les poivriers, etc., et je l'ai constatée l'année dernière sur plusieurs tiges de Mélastomacées. Je ne sache point que, pour les poivriers, on ait remarqué que le nombre des faisceaux fibreux se trouvât en rapport avec l'âge de la plante; ainsi, dans une tige d'une année, on trouve un faisceau, puis deux, trois, etc.

»Il résulte de toutes ces observations que les végétaux qui y ont donné lieu ne montrent aucun passage entre l'organisation des Monocotylédonés et des Dicotylédonés, comme l'ont avancé MM. Lindley, Schultz, Mohl, etc., et que ces deux types de végétaux, dont la démonstration est un des plus beaux titres de gloire de l'école française, restent parfaitement limités. »

VI. M. Lindley a décrit et figuré (*Introd. to botany*, 78, f. 35) une tige comprimée d'une espèce indéterminée du genre *Bauhinia* (famille des Légumineuses), dans laquelle les fibres ligneuses ne sont pas disposées par couches concentriques. Elles forment des espèces de lames verticales et irrégulières séparées par du tissu cellulaire, et le canal médullaire est tout à fait excentrique. *Bauhinia.*

J'ai eu occasion d'examiner une espèce du même genre, rapportée de Rio-Janeiro par M. Gaudichaud, et la tige, également comprimée et alternativement concave et convexe sur ses deux faces, offrait une organisation encore plus anormale. Les fibres ligneuses forment des faisceaux très inégaux et très irréguliers, entourés de tous côtés de tissu cellulaire. Ces faisceaux, souvent sinueux dans leur contour, offrent des rayons médullaires dirigés dans des sens très variés. Je n'ai pu reconnaître la présence d'un canal médullaire.

Le petit nombre d'exemples que nous venons de présenter suffira pour faire voir que, bien que l'organisation de la tige des arbres dicotylédonés soit, dans le plus grand nombre des cas, telle que nous l'avons exposée, cependant elle souffre quelques excep-

tions notables qui méritent d'être connues, et dont il serait surtout fort important de rechercher le mode de formation.

APHORISMES SUR L'ORGANISATION DES TIGES.

I. *Tige des Dicotylédonés.*

I. La tige ligneuse des végétaux dicotylédonés est composée de couches concentriques emboîtées les unes dans les autres.

II. Ces couches forment deux parties bien distinctes : l'*écorce*, qui est en dehors, et le *corps ligneux*, placé sous l'écorce.

III. L'écorce est composée de trois parties superposées et continues : l'épiderme, l'enveloppe herbacée, les couches corticales ou le liber.

IV. L'épiderme est une membrane celluleuse distincte du tissu sous-jacent ; celui qui recouvre les branches est souvent composé d'un plus grand nombre de couches de cellules que celui des feuilles. Il offre de même des stomates.

V. L'enveloppe herbacée est une couche plus ou moins épaisse de tissu utriculaire placée sous l'épiderme, contenant en général, dans les jeunes branches, beaucoup de granulations vertes.

VI. Elle se régénère facilement quand elle a été enlevée, et par les progrès de l'âge elle se dessèche et se détruit. Elle communique avec la moelle par le prolongement des rayons médullaires.

VII. Les couches corticales et le liber sont un seul et même organe. Ce sont des espèces de lames ou de feuillets superposés et dont les plus récens sont plus intérieurs.

VIII. Le liber se compose de faisceaux de vaisseaux anastomosés entre eux, et formant un réseau dont les mailles sont remplies par du tissu cellulaire.

IX. Ces faisceaux du liber sont quelquefois réunis en *couches continues*, ou restent distincts et forment des *filets corticaux*. Ces couches ou ces filets sont environnés de toutes parts de tissu cellulaire.

X. Les faisceaux corticaux sont formés de tubes à parois transparentes et fort épaisses, souvent composées de plusieurs mem-

branes soudées et à diamètre fort petit, terminés en pointe ou en bizeau à leurs deux extrémités

XI. Ces faisceaux paraissent différens de ceux que M. Schultz a nommés vaisseaux *latexifères*. Ils contiennent la sève élaborée.

XII. L'écorce ne contient pas de trachées ni de fausses trachées.

XIII. La couche la plus intérieure de l'écorce est toujours composée de tissu utriculaire, et *continue sans interruption* avec la couche la plus superficielle du corps ligneux.

XIV. Le corps ligneux est sous la forme d'étuis ou de cônes très alongés emboîtés les uns dans les autres et intimement unis, de sorte que la coupe transversale de la tige présente une suite de couches circulaires inscrites les unes dans les autres.

XV. Les plus extérieures de ces couches, qui sont les plus récentes, et dont le tissu est plus mou et plus humide, portent le nom d'*aubier*; les plus intérieures celui de *bois*, de *cœur de bois* ou *duramen*.

XVI. Quelquefois la transition entre le bois et l'aubier est presque insensible, c'est à dire qu'on n'observe pas de différence marquée entre les deux parties. C'est ce qui a généralement lieu dans les bois blancs et mous. D'autres fois elle est très tranchée, le bois étant beaucoup plus coloré et plus dur que l'aubier.

XVII. Vers le centre du corps ligneux on trouve le canal médullaire, composé de l'étui médullaire qui en forme les parois, et de la moelle qui en occupe la cavité.

XVIII. Toute l'épaisseur du corps ligneux est partagée en compartimens triangulaires et très alongés par des lignes nommées *rayons médullaires*, qui, partant du canal médullaire, traversent le corps ligneux, et vont se perdre dans l'épaisseur de l'écorce.

XIX. Parmi les rayons médullaires, les uns sont *complets*, étendus du canal médullaire à l'écorce ; les autres sont *incomplets* et vont d'une couche ligneuse à une autre.

XX. Chaque année il se forme une nouvelle couche, qui s'ajoute à la face externe du corps ligneux.

XXI. On peut en général reconnaître l'âge d'un arbre par le nombre des couches de bois et d'aubier qui composent sa tige

XXII. La distinction entre les différentes couches annuelles est moins marquée dans les végétaux des régions tropicales.

XXIII. Les couches ligneuses se composent de trois modifications de tissu : 1° de *tubes fibreux* courts, terminés en pointe à leurs deux extrémités, à parois épaisses, formant la masse ou la trame du tissu ligneux, et réunis en faisceaux longitudinaux disposés en réseau.

2° De *vaisseaux aériens*, fausses trachées, c'est à dire vaisseaux ponctués ou rayés, dispersés dans le tissu ligneux.

3° De tissu *utriculaire alongé transversalement*, et formant les rayons médullaires, qui remplissent les interstices du tissu ligneux formant des lames perpendiculaires.

XXIV. Les couches ligneuses sont unies entre elles sans l'intermédiaire d'une couche de tissu utriculaire.

XXV. L'étui médullaire est formé par la partie la plus intérieure des compartimens ligneux.

XXVI. Il est la seule partie de la tige dans laquelle on trouve des vraies trachées unies aux tubes ponctués et au tissu ligneux.

XXVII. La moelle est un tissu cellulaire, régulier, verdâtre et rempli de liquides dans les jeunes tiges, desséché et plein d'air dans les tiges au delà de la première année.

XXVIII. Elle est quelquefois parcourue par des faisceaux longitudinaux de tubes latexifères.

XXIX. Elle peut se détruire en partie ou en totalité avec le temps, et le canal offre des cavités ou lacunes plus ou moins grandes.

II. *Tige des Monocotylédonés.*

I. La tige des plantes monocotylédonées est composée de faisceaux ligneux ou fibres vasculaires, éparses au milieu d'un tissu utriculaire qui forme sa masse, sans apparence de couches emboîtées.

II. L'écorce y existe également, quoique moins distincte que dans les Dicotylédonés.

III. Elle se compose : 1° d'un épiderme ; 2° de tissu utriculaire; 3° et enfin, de faisceaux de tubes fibreux (qui manquent quelquefois), mais ne formant jamais de feuillets.

IV. Le corps ligneux est une masse utriculaire, dans laquelle sont

éparses des faisceaux vasculaires distincts les uns des autres, plus nombreux, plus rapprochés et plus durs vers la partie externe de la tige.

V. Il n'y a dans la tige monocotylédonée ni canal médullaire ni rayons médullaires.

VI. Chaque faisceau vasculaire se compose : 1° de vaisseaux aériens ; 2° de tubes fibreux ; 3° de vaisseaux propres ; 4° de tissu utriculaire.

1° Les vaisseaux aériens (trachées, vaisseaux rayés ou ponctués) occupent en général le centre du faisceau.

2° Les vaisseaux propres (latexifères) sont placés en dehors des vaisseaux aériens.

3° Les tubes fibreux forment ordinairement deux faisceaux : l'un externe, regardant du côté de l'écorce, que M. Mohl compare au liber ; l'autre interne, placé au côté intérieur des vaisseaux aériens, comparé au tissu ligneux. Ces deux faisceaux communiquent quelquefois ensemble, et entourent les vaisseaux propres et aériens.

VII. Les faisceaux vasculaires se lignifient avec le temps.

VIII. Les plus intérieurs sont plus récens que les externes.

IX. Leur direction dans l'intérieur de la tige est partout à peu près la même. Ils forment, à partir de la base des feuilles auxquelles ils vont tous aboutir, des arcs très alongés, à convexité tournée vers le centre. Leurs deux extrémités sont donc dirigées vers la partie la plus extérieure de la tige.

X. Dans toute leur longueur, ces faisceaux n'ont pas la même organisation. A leur extrémité inférieure, ils ne sont composés que de tubes fibreux ; plus haut, se montrent d'abord les latexifères, puis les vaisseaux aériens, d'abord les fausses trachées, et enfin les trachées véritables.

III. *Tige des Fougères.*

La tige des Fougères peut être herbacée ou ligneuse. La tige herbacée est communément souterraine ou horizontale. La tige ligneuse est dressée, et analogue dans ses caractères extérieurs au stipe des Palmiers.

Tige herbacée.

I. Elle est formée de tissu cellulaire dans lequel sont placés des faisceaux vasculaires.

II. Ces faisceaux vasculaires peuvent présenter trois dispositions générales :

1° Ils sont épars dans l'intérieur de la tige ;

2° Ils sont disposés circulairement de manière à former une zone circulaire ;

3° Ils sont réunis au centre de la tige et forment un faisceau unique.

III. Dans tous les cas, ces faisceaux, dans leur trajet, s'anastomosent entre eux et forment une sorte de réseau à mailles très lâches.

IV. Chaque faisceau se compose de vaisseaux aériens nombreux, du genre de ceux qu'on nomme scalariformes, quelquefois ponctués, entourés d'une zone de tubes fibreux.

V. Il n'y a pas d'écorce distincte dans la tige des Fougères.

Tige ligneuse.

VI. La tige ligneuse des Fougères est aussi composée de tissu utriculaire et de faisceaux vasculaires.

VII. Les faisceaux vasculaires sont groupés et réunis de manière à former des lames diversement contournées, suivant les espèces, mais avec une sorte de régularité ou de symétrie dans la même espèce.

VIII. Les lames ligneuses, en se réunissant, forment le corps ligneux situé à l'extérieur de la tige ; l'intérieur, rempli par du tissu utriculaire, est quelquefois vide.

IX. Toutes ces lames se soudent entre elles dans leur longueur, excepté dans quelques points.

X. Ces lames se réunissent ordinairement deux par deux, laissant entre elles un espace rempli par un tissu moins coloré, pour former ces figures bizarres que montre la coupe transversale.

XI. Elles sont formées de tissu ligneux ou tubes fibreux à parois épaisses, colorés par une matière brune.

XII. Le tissu placé entre les lames noires et perpendiculaires se compose : 1° de vaisseaux scalariformes très nombreux, entremêlés d'utricules courtes et assez régulières;

2° De vaisseaux propres ou utricules très alongées, inégales, et à parois minces.

XIII. Toute la masse parenchymateuse est formée de tissu utriculaire.

XIV. La tige des Fougères diffère de celle des plantes monocotylédonées : 1° par ses faisceaux ligneux moins nombreux, ou sous la forme de lames longitudinales et diversement contournées.

2° Les faisceaux vasculaires ou ligneux des Fougères sont anastomosés entre eux, de manière à former une sorte de réseau. Ceux des Monocotylédonés ne le sont pas.

3° Enfin les Fougères ne contiennent jamais de véritables trachées.

§ VIII. *De l'organisation de la racine.*

Nous suivrons encore ici la distinction que nous avons établie précédemment pour la tige, c'est à dire que nous étudierons la racine dans les végétaux dicotylédonés d'abord, puis dans les monocotylédonés. Organisation de la racine.

I. *Racines des végétaux dicotylédonés.*

I. Racines des végétaux dicotylédonés.

A. Racines ligneuses.

Racines ligneuses.

Nous avons déjà exposé dans le chapitre 1[er] nos idées sur le sens limité que nous donnons au mot de *racine*. Pour nous, en effet, on doit appeler ainsi l'ensemble des fibres capillaires qui naissent des diverses ramifications de la souche, ou partie inférieure et descendante de l'axe végétal, fibres spécialement destinées à absorber dans le sein de la terre une partie des fluides qui doivent nourrir le végétal. Quant à la souche elle-même, nous la considérons comme la continuation de la tige aérienne. Elle offre en effet la même structure générale. Ainsi, on y trouve dans les végétaux ligneux une écorce composée de feuillets superposés, essentiellement formés par les

fibres corticales. Le bois est aussi sous la forme de couches concentriques, moins distinctes, il est vrai, que dans la tige, séparé également en compartimens triangulaires et étroits par des rayons médullaires partant du centre. Mais ce centre de la souche n'est pas occupé par un étui et un canal médullaires, ou du moins ils n'existent que dans des cas rares. Cependant nous en avons constaté l'existence dans la souche de quelques plantes ligneuses, mais dans leur jeunesse seulement, comme dans le marronnier d'Inde par exemple. D'ailleurs le canal médullaire existe aussi dans plusieurs plantes herbacées. Ainsi, on ne peut pas dire d'une manière absolue que cet organe manque toujours dans la racine, et que c'est là un des caractères qui la distinguent le mieux de la tige.

Le corps ligneux des racines offre la même composition que celui de la tige. Il est essentiellement formé par du tissu ligneux; c'est à dire par des utricules alongées, à parois épaisses, et terminées en pointe à leurs deux extrémités. Au milieu de ce tissu sont des vaisseaux aériens généralement d'un diamètre plus petit que dans la tige. Ces vaisseaux sont des tubes rayés ou ponctués. Jamais, je crois, on n'a pu trouver de véritables trachées dans les racines ligneuses. Quant aux rayons médullaires, ils sont, comme dans la tige, tantôt très minces et à peine marqués, tantôt larges et épais, toujours composés de tissu utriculaire alongé dans le sens transversal, et dont les utricules forment des lignes ou séries parfaitement horizontales.

L'épiderme qui revêt extérieurement les racines ne présente pas de stomates.

Entre l'écorce et le corps ligneux, on trouve ici cette couche génératrice dont nous avons déjà signalé l'existence quand nous avons parlé de la structure des tiges. C'est une zone transparente qui unit l'écorce et le bois, et dans laquelle se passent les phénomènes de l'accroissement du corps ligneux et de l'écorce.

Racines herbacées.

B. Racines herbacées.

La racine dans les plantes herbacées est organisée comme celle des végétaux ligneux, c'est à dire qu'elle se compose des mêmes parties, mais seulement modifiées. Ainsi on y trouve un corps ligneux, une écorce et des rayons médullaires sans canal médul-

laire. Cependant, de même que dans les racines ligneuses, ce dernier existe quelquefois, et, parmi les plantes où il offre les dimensions les plus grandes, nous citerons ici l'épurge (*euphorbia lathyris L.*) où il est extrêmement grand, ayant une forme étoilée, à cause des compartimens ligneux dont l'angle interne fait des saillies plus ou moins considérables.

L'écorce et le corps ligneux sont ordinairement plus ou moins intimement unis; quelquefois cependant ils sont bien séparés, même par une zone ou couche génératrice, comme dans l'épurge par exemple.

Le corps ligneux a plus ou moins d'épaisseur et de solidité. Il est composé de tissu cellulaire alongé, à parois beaucoup moins épaisses et moins résistantes que dans les racines ligneuses.

Les vaisseaux aériens ont une disposition moins régulière que dans les tiges, et même que dans les racines ligneuses. Tantôt ils sont solitaires, tantôt ils forment des faisceaux. Au lieu d'être parallèles et généralement droits, ils sont flexueux, irréguliers, et semblent formés de parties coupées par des diaphragmes et ajoutées les unes à la suite des autres. Ces vaisseaux offrent tantôt des enfoncemens ponctiformes, tantôt des enfoncemens linéaires et transversaux; en un mot ils sont ou ponctués ou rayés. J'y ai aussi très fréquemment constaté l'existence des vaisseaux réticulaires, qui avait été mise en doute par beaucoup d'auteurs. Ces vaisseaux paraissent être une modification des trachées, dans laquelle la spiricule est plus ou moins rameuse, et dont toutes les branches se soudent ensemble de manière à former un réseau irrégulier, dans lequel il est néanmoins facile de reconnaître la spiricule principale contournée en hélice. On peut voir très facilement ces vaisseaux dans la racine du pavot blanc, de la betterave et du bouillon blanc.

L'écorce est généralement très épaisse, sans couches distinctes, et ne contenant aucunes granulations vertes. Elle se compose d'une masse de tissu utriculaire, alongé dans la portion la plus rapprochée du corps ligneux, ayant souvent ses utricules taillées en pointe à leurs extrémités, mais diminuant insensiblement de longueur vers la partie externe. Quelquefois les rayons médullaires

du bois se prolongent jusque dans l'écorce où ils viennent se perdre. Dans l'épaisseur de cette masse utriculaire on aperçoit, dans quelques plantes, des vaisseaux du suc propre. Ajoutons enfin que les racines contiennent souvent une grande quantité de granules d'amidon dans l'intérieur de leurs utricules.

II. *Racine des végétaux monocotylédonés.*

II. Racines des végétaux monocotylédonés.

Dans les Monocotylédonés la racine se compose en général d'un nombre plus ou moins considérable de fibres charnues ou ligneuses, cylindriques, alongées, blanches, simples ou ramifiées à leur extrémité, et naissant soit de la base souterraine d'une tige aérienne, soit d'un rhizome ou souche horizontale, soit enfin d'une tige charnue souterraine excessivement courte, et nommée *plateau* dans les bulbes ou ognons. Dans ces deux derniers cas elles partent ordinairement de la face inférieure de cette souche, dont la face supérieure est nue ou simplement couverte d'écailles; c'est ce que l'on voit, par exemple, dans les iris et la plupart des plantes de la famille des Liliacées. Dans les Graminées et les Cypéracées à tiges rampantes sous le sol, les carex, les arundo, etc., les racines naissent seulement des nœuds de la tige souterraine, les entre-nœuds en étant tout à fait dépourvus.

Leur structure.

Chacune de ces fibres radicales, dont la grosseur varie beaucoup, offre la structure suivante : le centre est occupé par une zone circulaire et fort petite de faisceaux vasculaires dont le nombre varie, et qui sont généralement assez nombreux et assez rapprochés pour former une zone continue. Chaque faisceau se compose d'un nombre variable de vaisseaux aériens, un, deux, trois ou davantage, placés en une ligne rayonnante, se touchant souvent immédiatement entre eux, quelquefois séparés, mais réunis par des utricules alongées. Ces vaisseaux sont généralement des vaisseaux rayés, dont le diamètre est variable. Dans le plus grand nombre des cas, le plus extérieur ou les plus extérieurs de ces vaisseaux, dont le diamètre est beaucoup plus petit que celui des autres, sont de véritables trachées. La spiricule forme des tours plus ou moins écartés, et généralement n'est pas déroulable, bien qu'elle soit parfaitement continue : cependant je suis parvenu quel-

Les trachées y existent.

quefois à la dérouler, mais jamais aussi complètement que dans les trachées de la tige. Néanmoins l'existence de ces vaisseaux ne saurait être mise en doute dans les racines des plantes monocotylédonées.

La zone circulaire de faisceaux vasculaires circonscrit un espace qui occupe le centre de la racine et qui se compose en totalité de tissu fibreux, c'est à dire d'utricules alongées et à parois épaisses. En général, le faisceau vasculaire général qui occupe ainsi le centre de la racine se confond insensiblement par sa surface externe avec le tissu cellulaire qui forme la masse de la racine. Dans l'*iris germanica* au contraire ce faisceau reste parfaitement distinct du tissu utriculaire. Il est d'abord formé dans son contour par une rangée d'utricules alongées et à parois épaisses, très serrées les unes contre les autres et comprimées, coupées carrément à leurs deux extrémités et présentant à leur surface interne des espèces de plis ou de rides transversales. Les vaisseaux aériens très grands, au lieu d'être disposés en séries rayonnantes et de former une zone circulaire, sont épars presque sans ordre dans le tissu contenu dans l'intérieur de la zone extérieure. Les vaisseaux les plus gros sont des vaisseaux ponctués. Entre eux et la face interne de l'étui du faisceau sont de véritables trachées très grêles. Le tissu qui remplit l'étui se compose d'utricules alongées grêles, également ponctuées : celles qui occupent la partie centrale ne présentent pas ces enfoncemens poriformes. Enfin, dans l'asperge commune, j'ai vu une zone de tubes fibreux à parois très épaisses occupant la partie la plus externe de la racine.

Il y a de véritables trachées.

De cette description générale il résulte : 1° Que les racines dans les plantes monocotylédonées ne sont pas organisées comme les tiges, ainsi qu'on le dit généralement, puisque leurs faisceaux vasculaires, au lieu d'être épars dans toute l'épaisseur de l'organe, sont réunis en une zone circulaire et fort petite vers la partie centrale. 2° Que les trachées existent également dans les faisceaux vasculaires de la racine comme dans ceux de la tige.

III. *Des racines aériennes ou adventives.*

III. Racines aériennes.

Ce sont des fibres cylindriques simples ou rameuses, qui naissent sur différens points de la tige aérienne, dans les plantes dicotylé-

donées aussi bien que dans les monocotylédons; leur organisation est la même que celle des fibres radicales souterraines. Ainsi dans les Dicotylédonés, dans le *Ficus ferruginea* par exemple, une racine aérienne coupée transversalement offre une partie corticale très épaisse, composée de tissu utriculaire alongé, dont les utricules sont tantôt terminées obliquement en pointe à leurs deux extrémités, tantôt coupées carrément, puis un corps ligneux circulaire formant intérieurement cinq gros mamelons arrondis. Ce corps ligneux est formé de tubes ligneux à parois épaisses et présentant des enfoncemens poriformes, au milieu de ce tissu sont quelques vaisseaux rayés très grêles. Le centre de la racine est occupé par du tissu cellulaire alongé, coupé carrément à ses deux extrémités, sans ponctuations et représentant une véritable moelle; cependant il n'y a aucune trace de rayons médullaires.

Quant aux racines adventives des plantes monocotylédonées, leur structure intérieure est la même que celle des racines souterraines. Seulement dans le *pandanus odoratissimus*, j'ai trouvé une très grande différence. Une jeune racine aérienne de cette plante, ayant la grosseur d'une plume à écrire et une longueur de quinze à dix-huit lignes, m'a présenté les modifications suivantes : Coupée en travers elle offre deux couches concentriques disposées autour d'une partie centrale qui en représente à peu près le tiers intérieur. Chaque couche, composée de tissu utriculaire, offre un très grand nombre de faisceaux vasculaires épars sans ordre, composés ordinairement d'un ou deux gros vaisseaux rayés, accompagnés de tissu ligneux qui tantôt les environne de toutes parts, tantôt est simplement appliqué sur un de leurs côtés, ou même manque totalement. Très souvent, dans les faisceaux complets, il y a autour des gros tubes rayés une rangée de vaisseaux propres à parois minces. Dans la partie tout à fait externe de chaque couche se voit une rangée de faisceaux alongés de dehors en dedans, et qui paraissent uniquement formés de tissu ligneux, sans vaisseaux aériens. La partie intérieure et centrale de la racine offre absolument la même organisation.

On sait que l'on a désigné sous le nom de *spongiole* l'extrémité même de chaque fibre radicale. Sur les racines adventives, où on peut plus facilement en reconnaître la structure, ces spon-

gioles ne sont formées que par du tissu utriculaire. Le faisceau de vaisseaux qui existent dans l'intérieur de la racine s'arrondit à son extrémité inférieure, qui est obtuse comme celle de la racine; une couche de tissu utriculaire, continuation de la zone corticale, recouvre cette terminaison du faisceau vasculaire. Ainsi la spongiole ou l'extrémité même de la fibre radicale n'est composée que de tissu utriculaire, comme au reste M. Dutrochet l'avait déjà reconnu.

APHORISMES SUR LA STRUCTURE DES RACINES.

Aphorismes.

I. L'axe central ou le corps de la racine n'est que la prolongation souterraine de la tige, et en offre l'organisation générale.

II. Les racines *ligneuses* dans les Dicotylédonés sont composées d'une écorce, d'un corps ligneux, et très rarement d'un canal médullaire.

III. L'écorce se compose d'un épiderme sans stomates, de fibres corticales représentant le liber, et de beaucoup de tissu utriculaire ; ces parties sont soudées et ne forment pas de couches distinctes, comme dans la tige.

IV. Le corps ligneux est par couches, mais moins distinctes que dans la tige. Il se compose également de tissu ligneux, de vaisseaux aériens rayés ou ponctués, et de rayons médullaires.

V. On n'y a pas encore trouvé de vraies trachées.

VI. Les racines annuelles offrent également une écorce, mais sans fibres corticales, un corps ligneux, et rarement un canal médullaire.

VII. Le corps ligneux contient, au milieu du tissu ligneux, des vaisseaux ponctués, rayés et réticulaires.

VIII. Les fibres radicales dans les Monocotylédonés contiennent, dans leur partie centrale, des faisceaux vasculaires formant une rangée circulaire ou une sorte d'étui dont tout l'intérieur est occupé par des tubes fibreux.

IX. Chaque faisceau vasculaire se compose de vaisseaux rayés et de vraies trachées toujours situées à leur côté externe.

X. Les racines aériennes ou adventives ont la même organisation que les racines souterraines.

XI. Les spongioles ou extrémités des fibres radicales ne sont formées que de tissu utriculaire.

SECTION DEUXIEME.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ACCROISSEMENT DES VÉGÉTAUX ET EN PARTICULIER SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA TIGE.

Accroissement en général.

Tous les corps de la nature tendent à s'accroître. Cette loi est commune aux corps inorganiques aussi bien qu'aux êtres organisés. Mais l'accroissement présente des différences très marquées, suivant qu'on l'étudie dans ces deux groupes primitifs des corps de la nature. Dans les minéraux, en effet, il n'offre point de limites déterminées : ces corps s'accroissent continuellement, jusqu'à ce qu'une cause fortuite vienne mettre un terme à leur développement. Les animaux et les végétaux ayant en général une existence dont la durée est déterminée, chez eux l'accroissement est toujours en rapport avec la durée de leur existence. Dans les minéraux ce sont de nouvelles molécules qui s'ajoutent extérieurement à celles qui existaient déjà et qui en constituaient le noyau primitif; en sorte que la superficie de ces corps se renouvelle à chaque instant et à mesure que leur volume augmente. De là la dénomination de *juxta-position* donnée au mode particulier de l'accroissement dans les corps bruts. Si au contraire vous étudiez l'accroissement dans les êtres doués d'organisation, vous verrez qu'il a lieu de l'intérieur vers l'extérieur, que ce sont ou des parties primitivement existantes qui s'alongent, ou des organes nouveaux qui se forment dans l'intérieur des premières et se développent en tous sens, pour augmenter la masse et le volume du corps. Aussi a-t-on nommé *intus-susception* cette manière de croître, particulière aux animaux et aux végétaux.

L'accroissement ne présente pas des différences moins frappantes lorsque l'on compare entre eux sous ce rapport les végétaux et les animaux. Dans les premiers, en effet, l'accroissement n'est pas renfermé dans des limites aussi rigoureusement déterminées que dans les seconds. Le volume du corps aussi bien que le nombre de ses parties constituantes ne sont point fixes. L'art et

la culture peuvent exercer sur le développement des végétaux l'influence la plus marquée. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer entre eux deux arbres d'une même espèce, dont l'un vit abandonné dans un terrain sec et rocailleux, tandis que l'autre est cultivé dans un terrain substantiel et profond. Le premier est petit, ses rameaux sont courts, et ses feuilles étroites; le second, au contraire, élève majestueusement son tronc couronné de branches longues et vigoureuses, et ornées d'un feuillage épais. Dans les animaux, le volume et la forme générale du corps, le nombre des parties qui doivent le constituer, sont plus fixes et sujets à moins de variations; tandis que dans les végétaux il est en quelque sorte impossible de trouver deux individus de la même espèce qui offrent un nombre égal de parties.

Si maintenant nous cherchons à étudier les phénomènes de l'accroissement dans les végétaux en particulier, nous verrons que ces êtres se développent en deux sens, c'est-à-dire qu'à mesure que leur hauteur augmente, leur diamètre devient plus considérable. Nous avons vu, en traitant de l'organisation de la tige, que les arbres dicotylédons et les arbres monocotylédons étaient loin d'avoir la même structure intérieure, et qu'il existait entre eux des différences extrêmement tranchées. Ces différences dépendent évidemment du mode particulier suivant lequel les végétaux de ces deux grandes séries se développent. Aussi traiterons-nous séparément de l'accroissement dans les arbres monocotylédons et dans les arbres dicotylédons.

§ I. *Accroissement de la tige des arbres dicotylédons.*

Accroissement de la tige des Dicotylédons.

La tige peut s'accroître dans trois sens différens : 1° en diamètre ou en épaisseur; 2° en largeur latérale; 3° en hauteur.

1. *Accroissement en diamètre.*

I. En diamètre.

Tous les végétaux s'accroissent en diamètre. Il suffit de jeter les yeux sur les arbres qui végètent autour de nous, pour nous convaincre de cette vérité; aussi personne ne l'a-t-il contestée. Chaque année, en effet, à mesure que de nouvelles branches se dévelop-

pent, la tige continue à prendre plus d'épaisseur. De nouvelles couches ligneuses et corticales s'ajoutent à celles qui existaient déjà pour augmenter la masse totale du végétal. Mais par quel mécanisme cet accroissement a-t-il lieu? C'est ici que l'on est loin de s'accorder. Parmi les opinions diverses qui ont été émises par les physiologistes, nous distinguerons particulièrement les trois suivantes : 1° selon Malpighi, l'accroissement en diamètre a lieu par la transformation annuelle du liber, c'est-à-dire de la partie la plus intérieure de l'écorce en aubier; 2° chaque année il se forme une couche d'un fluide organisé, sorte de tissu liquide, nommé *cambium* par Grew, et qui donne naissance et à une nouvelle couche de bois et à une nouvelle couche de liber (Grew); 3° ce sont les bourgeons qui forment les nouvelles couches ligneuses en émettant de leur base des fibres qui descendent entre l'écorce et le bois. Examinons successivement chacune de ces théories.

Théorie de Duhamel.

1° L'accroissement en diamètre a lieu dans les arbres dicotylédons par la transformation annuelle du liber en aubier, de l'aubier en bois, et par le renouvellement successif du liber.

1° Théorie de ubamel.

Tel est le fondement de la théorie de Malpighi, que Duhamel a soutenue et développée en s'appuyant sur une foule d'expériences ingénieuses et précises, dont il a consigné les résultats dans son ouvrage intitulé *de la Physique des Arbres.*

Pour bien faire connaître cette opinion, nous prendrons la tige à l'époque de son premier développement, c'est-à-dire lorsque, par l'effet de la germination, elle sort de l'embryon dont elle faisait partie, et commence à se montrer à l'extérieur.

Toutes les parties du végétal renfermées dans la graine avant la germination ne sont formées que par du tissu cellulaire, sans presqu'aucune apparence de vaisseaux. La tige se trouve, comme les autres organes, entièrement privée de vaisseaux. On n'aperçoit, à proprement parler, aucune trace d'écorce, de moelle, de liber, etc. Mais à peine la germination est-elle commencée, à peine la tige a-t-elle acquis quelque développement, qu'on y voit des trachées, de fausses trachées et des vaisseaux poreux constituer, en se réu-

nissant, une zone circulaire qui forme les parois de l'étui médullaire. C'est en effet cette partie intérieure de la tige qui la première est apparente et s'organise. La moelle se trouve contenue dans son intérieur; mais elle est encore verte et abreuvée d'une grande quantité de fluides aqueux. Bientôt on voit[1] la surface externe de l'étui médullaire se séparer de l'écorce et se recouvrir d'un tissu cellulaire fluide : c'est la première couche de cambium, qui d'un côté va former le premier liber, et de l'autre constituer les couches corticales. Ce liber se convertira bientôt en aubier, à mesure qu'une nouvelle couche s'organisera pour remplacer la première. L'année suivante, le nouveau liber formera une seconde zone d'aubier, et successivement ainsi, tous les ans, une couche d'aubier se convertira en véritable bois, tandis que le liber aura lui-même acquis les propriétés et la nature de l'aubier. Ce développement régulier de la tige explique la formation des couches ou zones concentriques, que l'on observe sur la coupe transversale de la tige d'un arbre dicotylédon. Mais ces couches n'ont pas toutes la même épaisseur, et cette épaisseur n'est souvent pas égale dans toute leur circonférence. Une observation attentive explique facilement cette disposition singulière. On a remarqué, en effet, que la plus grande épaisseur des couches ligneuses correspondait constamment au côté où se trouvaient les racines les plus considérables, qui, par conséquent, avaient puisé dans la terre une nourriture plus abondante. C'est ainsi, par exemple, que les arbres situés sur la lisière d'une forêt présentent des couches ligneuses plus épaisses du côté extérieur, parce qu'en effet leurs racines, n'y éprouvant pas d'obstacles, s'y étendent plus librement et y acquièrent un développement plus considérable.

Dans cette théorie de Duhamel, que nous sommes bien loin d'adopter, on voit que c'est le liber qui joue le rôle le plus important dans la formation des couches ligneuses, puisque c'est lui qui

[1] Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que c'est l'opinion de Malpighi et surtout celle Duhamel que nous exposons ici, telle qu'elle a été présentée par ces auteurs eux-mêmes. Nous donnerons plus tard le résultat de nos propres observations sur la formation primitive des diverses parties de la tige, qui ne s'accordent pas toujours avec celles de ces savans physiologistes.

chaque année se convertit en une nouvelle zone d'aubier, qui s'ajoute à celles qui existaient déjà.

Expériences. Duhamel est arrivé à cette théorie de l'accroissement en diamètre des tiges par une série d'expériences extrêmement curieuses, et dont nous rapporterons ici quelques unes des plus importantes. Il greffa sur un prunier, dont le bois est rouge, comme chacun sait, des écussons de pêcher, dont le bois est presque blanc. Il avait eu le soin de détacher de ces écussons, uniquement composés d'une petite plaque d'écorce et d'un bourgeon, toute la partie ligneuse qui aurait pu y adhérer, de manière à être parfaitement sûr de n'avoir appliqué que de l'écorce de pêcher sur l'aubier du prunier. Au bout de quelques mois, quand la greffe fut parfaitement reprise, il coupa transversalement la tige dans ce point et reconnut que sous la plaque greffée s'était formée une petite lame de bois blanc semblable à celui du pêcher. Par conséquent, dit-il, l'écorce de l'écusson avait formé le bois.

Duhamel détacha de trois côtés une plaque d'écorce qui n'était plus adhérente au sujet que par sa partie supérieure; l'ayant soulevée, il interposa entre elle et la surface du bois mise à nu, un feuillet d'étain battu extrêmement mince, et il la réappliqua ensuite et la maintint dans cette position. La plaque d'écorce donna naissance à des couches ligneuses, et sous l'étain l'aubier ne produisit aucunes fibres ligneuses.

Il fit passer des fils d'argent très fins à travers les différens points de l'épaisseur de l'écorce, de telle sorte qu'il y en avait dans les couches corticales les plus extérieures, dans les couches moyennes et enfin dans les plus intérieures. Au bout de quelques années, les premiers fils, c'est à dire ceux qui avaient été passés dans les fibres les plus extérieures de l'écorce, avaient été rejetés en dehors; les seconds étaient encore au milieu des couches corticales, tandis que les troisièmes se trouvaient engagés au milieu de plusieurs couches ligneuses qui les recouvraient extérieurement. Les résultats de ces diverses expériences et d'un grand nombre d'autres ont conduit Duhamel à admettre l'opinion de Malpighi, c'est à dire la transformation du liber en aubier.

Objections. Mais lorsqu'on soumet à la critique les résultats annoncés par Duhamel, et qu'on les compare scrupuleusement, et l'esprit dégagé

de toute opinion préconçue, avec l'observation de faits analogues, on arrive à une théorie différente. En effet, Duhamel lui-même a fait plusieurs expériences qui auraient dû modifier son opinion. Ayant écorcé totalement de jeunes cerisiers au printemps, et ayant garanti leur tige au moyen de paille longue dont il les enveloppa, et ayant placé un long paillasson du côté du midi, pour les défendre des rayons du soleil et d'une lumière trop vive, ces arbres continuèrent à végéter, la première année d'une manière un peu languissante, mais beaucoup mieux la seconde, et enfin à la troisième avec autant de vigueur qu'avant l'écorçage. A cette époque, Duhamel ôta les abris dont il avait recouvert la tige, et il vit qu'une nouvelle écorce avait remplacé celle qu'il avait enlevée. Dans cette expérience, c'est donc le bois qui a été l'organe reproducteur. Plusieurs autres expériences faites différemment ont amené un semblable résultat.

Ainsi, ayant enlevé sur de jeunes arbres un anneau d'écorce de plusieurs pouces de hauteur, il fit passer la tige à travers un tube de verre qu'il plaça en face de la partie dénudée. Il l'y assujettit et mastiqua soigneusement les deux extrémités, de manière à intercepter toute communication avec l'air extérieur. Au bout de peu de temps, les lèvres de la plaie se gonflèrent, particulièrement celle de la partie supérieure. De la surface du corps ligneux mis à nu, sortirent de nombreux tubercules d'une matière d'abord grisâtre, puis verte, qui, en se développant graduellement, finirent par former une couche continue qui constitua bientôt une nouvelle écorce.

Les mêmes phénomènes eurent également lieu dans une autre expérience, où Duhamel remplaça par de l'eau la couche d'air interposée entre la paroi interne du tube de verre et la paroi externe du corps ligneux. L'écorce se reproduisit de la même manière.

Ainsi, de ces différentes expériences que Duhamel a variées et multipliées à l'infini, il résulte que l'écorce a la propriété de reformer de nouveau bois : 1° lorsqu'elle a été détachée complètement du bois et réappliquée exactement sur lui, comme dans les greffes en écusson ; 2° quand elle a été soulevée en partie et qu'elle est restée adhérente par un côté seulement. Et d'un autre côté, que le corps ligneux dépouillé de son écorce, mais garanti de l'action de l'air extérieur et abrité contre une lumière trop vive, peut repro-

duire une nouvelle écorce, et en même temps donner naissance à de nouvelles couches ligneuses.

Régénération du liber.

Le liber étant l'organe essentiel de la végétation, et changeant chaque année de forme et de consistance, la nature a dû pourvoir aux moyens de le reproduire aussi chaque année. C'est ce qui a lieu en effet. Si nous étudions avec attention le développement successif des divers organes qui composent la tige des Dicotylédons, nous verrons que, la première année, entre les couches corticales et l'étui médullaire se trouve un liquide gélatineux auquel Grew et Duhamel ont donné le nom de *cambium*. C'est ce fluide particulier qui contient les premiers rudimens de l'organisation. A mesure que la jeune tige se développe, la couche la plus intérieure de ce liquide prend de la consistance, s'organise, se durcit, se change en liber, qui, à la fin de la première année, se trouve converti en une substance ligneuse, encore molle et mal formée. L'automne arrive, et la végétation s'arrête en cet état. La couche extérieure du cambium, qui n'a point encore entièrement changé de nature, reste stationnaire et comme engourdie. Cependant, au retour du printemps, quand la chaleur du soleil vient tirer les végétaux de leur sommeil hivernal, le cambium reprend sa force végétative; il développe les bourgeons et les nouvelles racines; et, lorsqu'il a produit toutes les parties qui doivent servir à l'entretien de la vie du végétal, il se durcit peu à peu, devient compacte, en un mot, suit et éprouve les mêmes changemens que celui qui l'a précédé. Mais, à mesure que ces changemens s'opèrent, que le liber se durcit et change de nature, que la couche qu'il a remplacée acquiert une solidité plus grande, il se développe un nouveau liber. De tous les points de la surface extérieure de celui qui est prêt à se convertir en bois suinte une humeur visqueuse; c'est un nouveau cambium, un nouveau liber qui va s'organiser, se développer, et suivre les différentes époques d'accroissement parcourues par ceux qui l'ont précédé, et dont il a tiré son origine.

Tels sont, selon Duhamel, les moyens que la nature met en usage pour renouveler chaque année la partie végétante de la tige. C'est ici que se présente la grande différence des tiges ligneuses et des tiges herbacées. Dans les tiges ligneuses, en effet, c'est au développement successif d'une nouvelle couche de liber que l'arbre doit sa

durée et la persistance de sa végétation. Dans les tiges herbacées, au contraire, tout le cambium se consume à produire les différens organes de la plante, et, à la fin de l'année, se trouve entièrement converti en une sorte de substance ligniforme, sèche et aride. Il ne reste donc point, comme dans la tige ligneuse, une certaine quantité de matière gélatineuse, chargée de conserver d'une année à l'autre les germes d'une nouvelle végétation, et la plante meurt nécessairement, faute d'une substance propre à renouveler son développement.

Après avoir développé avec quelques détails la théorie de la formation des couches ligneuses au moyen de la transformation annuelle du liber en aubier, nous devons faire connaître celle qui a été émise par Delahire et Du Petit-Thouars, et qui a fait, entre plusieurs physiologistes, le sujet de tant de contestations.

2° La formation successive des couches ligneuses, c'est-à-dire l'accroissement en diamètre, est produit par le développement de bourgeons.

Il y a déjà plus d'un siècle que Delahire, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris (année 1719), avait émis l'opinion que les bourgeons sont les agens essentiels de l'accroissement des tiges en diamètre, et que c'est de leur base que partent et descendent les fibres, qui forment chaque année les nouvelles couches ligneuses qui viennent augmenter la grosseur de la tige : mais cette opinion du savant physicien n'avait été remarquée par aucun phytotomiste; et quand, près d'un siècle après, M. Du Petit-Thouars la présenta de nouveau en l'appuyant sur de nombreuses observations, il la croyait nouvelle et chacun le crut avec lui.

Cette opinion a éprouvé de singulières vicissitudes. Oubliée complètement pendant près d'un siècle, M. Du Petit-Thouars la présenta comme nouvelle dans ses savans *Essais* publiés il y a environ vingt-cinq ans. A cette époque, elle est rejetée par tous les phytotomistes qui s'appliquent à la combattre et à accumuler tous les faits qui semblaient autant d'argumens pour la renverser. Une seule voix (celle de M. Turpin) s'élève pour soutenir la théorie de M. Du Petit-Thouars; mais bientôt cet appui lui manque, et M. Turpin avoue plus tard qu'il s'est trompé et qu'il pense que cette théorie n'est pas fondée.

Cependant aujourd'hui plusieurs excellens observateurs apportent de nouveaux faits en faveur du rôle important que joue le développement des bourgeons et des feuilles dans la formation des nouvelles couches ligneuses. A leur tête se présente M. Gaudichaud, dont les nombreux voyages faits en grande partie dans l'intention d'observer les phénomènes de la végétation dans les végétaux nombreux et variés des régions lointaines, et les expériences multipliées, consignées dans un mémoire encore inédit couronné par l'Académie des Sciences en 1834, doivent être d'un si grand poids dans cette importante question. Enfin en Angleterre, M. Knight, et surtout M. Lindley, semblent aujourd'hui partager entièrement l'opinion émise autrefois par Delahire et Du Petit-Thouars.

Tant de témoignages imposans doivent appeler l'attention des observateurs sur cette manière d'envisager les phénomènes de la végétation. Aussi, exposerons-nous avec quelques détails cette théorie, et si nous ne l'adoptons pas entièrement, du moins nous voulons, par une exposition impartiale des faits, mettre nos lecteurs en état de se prononcer eux-mêmes, en leur faisant connaître et ceux sur lesquels elle s'appuie et ceux qui semblent la combattre.

Nous exposerons d'abord les idées de M. Du Petit-Thouars.

I. *Théorie de Du Petit-Thouars.*

Théorie de Du Petit-Thouars.

Dans la théorie précédente, c'est au liber que l'on attribue la plus grande part dans les phénomènes de l'accroissement en diamètre : ici, au contraire, ce sont les bourgeons qui jouent le rôle le plus important dans cette opération. M. Du Petit-Thouars, ayant remarqué que les bourgeons sont assis sur le parenchyme extérieur et que leurs fibres communiquent avec celles des scions ou jeunes rameaux qui les supportent, en a tiré les conséquences suivantes, qui forment la base de sa théorie de l'organisation végétale.

1° Les bourgeons sont les premiers phénomènes sensibles de la végétation. En effet, toutes les parties qui, dans les végétaux, doivent se développer à l'extérieur, sont d'abord renfermées dans des bourgeons.

Il en existe un à l'aisselle de toutes les feuilles; mais ce bourgeon n'est apparent que dans les plantes dicotylédones, et parmi les Monocotylédons dans la famille des Graminées seulement. Dans les autres Monocotylédons, ce bourgeon est latent, et ne consiste que dans un point vital, susceptible, dans certaines circonstances, de se développer à la manière des bourgeons des Dicotylédons.

2° Par leur développement, les bourgeons donnent naissance à des *scions* ou jeunes branches chargées de feuilles, et le plus souvent de fleurs. Chaque bourgeon a une existence en quelque sorte indépendante de celle des autres. M. Du Petit-Thouars les regarde comme analogues, dans leur développement et leur structure, aux embryons renfermés dans l'intérieur des graines, qui, par l'acte de la germination, développent une jeune tige que l'on peut comparer avec juste raison au scion produit par l'évolution d'un bourgeon. Aussi donne-t-il à ces derniers les noms d'*embryons fixes* ou adhérens, par opposition à celui d'*embryons libres*, conservé pour ceux renfermés dans l'intérieur de la graine.

3° Si l'on examine l'intérieur de ces bourgeons sur un scion ou jeune branche de l'année, on voit qu'ils communiquent directement avec le parenchyme intérieur ou la moelle. Or, cette moelle, comme nous l'avons dit, est d'abord verte, et ses cellules sont remplies de fluides aqueux très abondans. C'est dans ces fluides aqueux que les bourgeons puisent les premiers matériaux de leur développement. Ils se nourrissent donc aux dépens du parenchyme intérieur; et, en absorbant les fluides qu'il contient, ils le dessèchent et le font passer à l'état de moelle proprement dite, plus ou moins opaque ou diaphane.

4° Dès que ces bourgeons se manifestent, ils obéissent à deux mouvemens généraux, l'un montant ou aérien, l'autre descendant ou terrestre. C'est ici que M. Du Petit-Thouars rapproche la structure et les usages des bourgeons de ceux des embryons-graines. Il considère en quelque sorte les bourgeons comme des embryons germans. La couche de cambium située entre l'écorce et le bois est, pour le bourgeon, analogue au sol sur lequel la graine commence à germer. Son évolution aérienne donne naissance à un

scion ou jeune branche; tandis que de sa base, c'est à dire du point par lequel il adhère à la plante-mère, partent des fibres (que l'auteur compare à la radicule de l'embryon), et qui, glissant dans la couche humide du cambium, entre le liber et l'aubier, descendent jusqu'à la partie inférieure du végétal. Or, chemin faisant, ces fibres rencontrent celles qui descendent des autres bourgeons; elles s'y réunissent, s'anastomosent entre elles, et forment ainsi une couche plus ou moins épaisse, qui prend de la consistance, de la solidité, et constitue chaque année une nouvelle couche ligneuse. Quant au liber, une fois formé, il ne change plus de nature, et n'éprouve aucune transformation.

Faits principaux sur lesquels elle s'appuie.

Cette théorie est extrêmement ingénieuse, et M. Du Petit-Thouars s'appuie sur plusieurs faits importans pour en prouver l'exactitude. Ainsi, dit-il, lorsque l'on fait au tronc d'un arbre dicotylédon une forte ligature circulaire, il se forme au dessus de l'obstacle un bourrelet, et l'accroissement en diamètre cesse d'avoir lieu au dessous de la ligature. Ce bourrelet est formé par les fibres ligneuses qui descendent de la base des bourgeons en glissant dans le cambium situé entre le liber et l'aubier. Ces fibres ligneuses rencontrent un obstacle qu'elles ne peuvent surmonter, s'y accumulent et s'y arrêtent. Dès lors il ne peut plus se former de nouvelles couches ligneuses au dessous de la ligature, puisque les fibres qui doivent les constituer cessent d'y arriver. Telle est l'explication donnée par M. Du Petit-Thouars du fait de la ligature et du bourrelet circulaires, que la plupart des auteurs expliquent d'une manière tout à fait différente.

M. Du Petit-Thouars s'autorise encore des phénomènes de la greffe pour étayer sa théorie. Lorsque l'on greffe en *écusson*, on prend ordinairement un bourgeon encore stationnaire, on applique sa base sur la couche du cambium que l'on a mise à nu; dès lors les radicelles ou fibres qui partent de la base du bourgeon glissent entre l'écorce et l'aubier, et le nouveau sujet s'est ainsi identifié à celui sur lequel on l'a greffé.

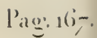
J'ai vu chez M. Du Petit-Thouars une pièce précieuse, qui semble un argument bien fort en faveur de sa théorie, et dont il a donné une très bonne figure dans un recueil de mémoires, imprimé, mais resté, je crois, inédit. C'est une branche de *robinia*

pseudoacacia, sur laquelle avait été greffé un jeune scion de *robinia hispida*. Le sujet est mort; mais la greffe ayant continué de végéter, on voit partir de sa base une sorte d'empatement formé de fibres très distinctes, qui embrassent l'extrémité de la branche dans une assez grande étendue, et lui forment une sorte d'étui. Dans cet exemple, on reconnaît avec la dernière évidence que les fibres descendent de la base de la greffe pour se répandre sur le sujet.

Malgré toutes les raisons alléguées par l'auteur en faveur de sa théorie, aucun physiologiste ne l'a encore entièrement adoptée. Au contraire, presque tous ceux qui s'occupent de la physique des végétaux l'ont plus ou moins combattue. Les principaux argumens que l'on a cherché à opposer à la théorie de M. Du Petit-Thouars sont : 1° que rien ne prouve d'une manière irréfragable que les fibres qui établissent la communication entre les bourgeons et les tiges qui les supportent descendent ainsi de ces bourgeons jusque dans les racines : mais à cela M. du Petit-Thouars répond que les bourgeons sont bien la source, l'origine première des fibres ligneuses, mais que ce ne sont pas les bourgeons qui fournissent tous les matériaux de leur élongation ; une fois sorties de la base des bourgeons, les fibres se trouvent plongées dans le cambium, où elles absorbent tout ce qui est nécessaire à leur accroissement; 2° que les phénomènes du bourrelet circulaire, formé à la suite de la ligature du tronc, peuvent s'expliquer par l'interception et la stase de la sève descendante : mais, objecte M. Du Petit-Thouars, l'expérience de Hales, constatée par Duhamel, répond à cette objection : ayant isolé complètement deux cylindres d'écorce par trois enlèvemens d'anneaux circulaires, dont l'un était pourvu d'un bourgeon et l'autre n'en avait pas, il en résulta que ce fut sur le premier seulement qu'il se fit un bourrelet inférieur, preuve évidente que ce sont les bourgeons qui donnent naissance aux fibres ligneuses; 3° qu'il est impossible de concevoir comment des fibres aussi grêles que celles qui unissent les bourgeons aux tiges peuvent, dans un espace de temps aussi court que celui durant lequel la tige s'accroît en diamètre, descendre, de leur propre poids, du sommet d'un arbre de 60 à 80 pieds, jusqu'à sa base : comme l'opinion du savant académicien n'est pas que les fibres sortent et descendent

Objections

toutes formées de la base des bourgeons, mais qu'au contraire elles se forment en traversant les couches de cambium, cette objection aurait moins de valeur; 4° que, puisque ce sont les fibres descendant de la base des bourgeons qui constituent les couches ligneuses, si dans la greffe en écusson on greffe un bourgeon d'un arbre à bois coloré sur un individu à bois blanc, les fibres qui partent de ces bourgeons devraient conserver leur couleur, et les nouvelles couches ligneuses qu'elles forment en présenter une semblable, ce qui n'a pas lieu : cette objection, une de celles dont on fait le plus de bruit, est aussi une de celles que l'auteur croit réfuter avec le plus de facilité; car c'est parce qu'on n'a pas bien compris son opinion, qu'on lui a opposé cette objection; en effet, comme M. Du Petit-Thouars n'a cessé de le répéter, les fibres sorties de la base du bourgeon se nourrissent du cambium de la branche à la surface de laquelle elles se forment : or, dans le cas de la greffe des deux sujets dont le bois est d'une couleur différente, tant que les fibres nouvelles sont plongées dans le cambium du sujet à bois coloré, elles prennent et conservent la teinte qui leur est naturelle; lorsqu'au contraire elles se forment aux dépens du cambium du sujet à bois clair, elles prennent la teinte particulière à ce nouveau bois; 5° enfin, si c'est le développement des bourgeons qui donne lieu à la formation du bois, comment la première couche ligneuse a-t-elle pu se former sur le jeune scion de l'année, puisque aucun des bourgeons qu'il supporte ne s'est encore développé? Selon le célèbre académicien dont nous exposons ici la théorie, au moment où un bourgeon se développe pour former un scion, les feuilles qui le composent s'éloignent les unes des autres, et laissent entre elles des espaces que l'on a nommés *mérithalles*. Si l'on examine à cette époque la structure intérieure du jeune scion, on verra que de la base de chaque feuille il part un faisceau de fibres dont la réunion constitue l'étui médullaire; mais, à mesure que ces feuilles se développent, il se manifeste à l'aisselle de chacune d'elles un bourgeon qui tend aussitôt à établir sa communication radicale, en déterminant la formation de fibres ligneuses. Ce sont donc celles-ci qui recouvrent graduellement l'étui médullaire, et en composent une couche continue.



THÉORIE PHYTOGÉNIQUE DE M. GAUDICHAUD.

II. *Théorie phytogénique de M. Charles Gaudichaud.*

Nous allons résumer ici la théorie de M. Gaudichaud, en la présentant sous la forme de propositions générales. Nous ferons voir ensuite en quoi les idées phytogéniques de notre savant ami diffèrent de celles de Du Petit-Thouars. Théorie de M. Gaudichaud.

M. Gaudichaud résume ainsi ses théories sur l'organogénie, et spécialement sur la composition des tiges des végétaux phanérogames, sur leur accroissement en hauteur et en largeur, etc.

1° Tout, dans les végétaux monocotylédonés et dicotylédonés, se forme dans les embryons et dans les bourgeons.

2° Le végétal phanérogame le plus simple et le plus réduit (l'individu vasculaire) est représenté par une feuille cotylédonaire (Fig. 1).

3° Une feuille cotylédonaire se compose primitivement, en outre de ses autres tissus, d'un système vasculaire qui peut être divisé en supérieur (Fig. 1, *b*) et inférieur (Ib. *a*).

4° Le système supérieur se divise à son tour en trois parties ou mérithalles, qui sont : le mérithalle inférieur ou tigellaire (fig. 2, *a*), le mérithalle moyen ou pétiolaire (Fig. 2, *b*), le mérithalle supérieur ou limbaire (Fig. 2, *c*).

5° Les lignes de démarcation de ces mérithalles sont : le *mésophyte* qui sépare la tigelle du pétiole ; le *mésophylle* qui sépare le pétiole du limbe.

6° Le système descendant des embryons (Fig. 2, *e*) ne se développe que dans l'acte de la germination. En sorte que jusqu'à ce moment l'embryon tout entier appartient au système ascendant. La ligne qui sépare le système ascendant du système descendant est le mésocauléorhize (Fig. 2, *m*).

7° Les vaisseaux des deux systèmes partent donc du même point (2. *m*), et se développent en sens contraire. Ils sont alternes entre eux, ainsi que ceux des mérithalles qui changent de direction dans les mésophytes et les mésophylles.

Ils sont aussi diversement nombreux et réticulés, selon les groupes végétaux.

8° Dans quelques cas, la radicule et la tigelle avortent en totalité

ou en partie; dans d'autres, ce sont le pétiole ou le limbe, ou tous les deux.

9° Dans un embryon monocotylédoné, il n'y a originairement qu'un système vasculaire mérithallien enveloppant.

10° Il y en a deux ou plusieurs dans les embryons dicotylédonés ou polycotylédonés.

11° Un système vasculaire est l'ensemble des vaisseaux primitifs d'une feuille quelconque considérée comme plante distincte.

12° Les cotylédons s'associent dans les embryons dicotylédonés (4, *c*, *c*) ou polycotylédonés, comme les sépales dans les calices monosépales; comme les pétales dans les corolles monopétales; comme les étamines dans les plantes monadelphes, diadelphes et polyadelphes; comme les carpelles dans les ovaires composés; enfin comme les feuilles elles-mêmes, les stipules, les bractées, etc.

Ces sortes de soudures ont lieu par les bords comme par les deux surfaces.

13° Du nombre des cotylédons, puis des feuilles, de la disposition de leurs tissus vasculaires, résultent les deux ordres principaux d'organisation des tiges phanérogames et leurs modifications diverses.

14° Ce qu'on a dit de l'embryon s'applique surtout au bourgeon.

15° Indépendamment du bourgeon axifère, chaque nœud vital (mésocauléorhize, mésophyte, mésophylle) peut dans les plantes vivaces donner naissance à des bourgeons axillaires.

16° Il y en a normalement un dans les embryons monocotylédonés.

17° Il y en a deux ou plusieurs dans les embryons dicotylédonés, un pour chaque feuille.

18° Ces bourgeons axillaires avortent souvent dans les embryons des deux grands ordres de végétaux, les Monocotylédons et les Dicotylédons, mais rarement à l'aisselle de leurs feuilles. Leur nombre peut s'accroître par des causes accidentelles.

19° Les bourgeons axifères et axillaires représentent des scions ou rameaux à l'état rudimentaire.

20° Ils sont composés d'un nombre déterminé de feuilles régulièrement disposées en spires, en verticilles.

21° Ces feuilles, selon qu'elles croissent dans la terre, dans les eaux ou dans l'air, où elles éprouvent des modifications diverses, selon leur position ou leur état particulier de développement, peuvent être dites : feuilles bulbeuses, tubéreuses, squammuleuses, primordiales, propres ou normales, terminales, écailleuses, stipulaires, bractéales, calicinales, nectarifères, discoïdes, torusiennes, pétaloïdes, staminales, carpellaires, ovulaires; et ces dernières se divisent en funiculaires ou arillaires, en priminaires, secondinaires, tercinaires ou nucloïnes, quartinaires (?), quintinaires, embryofères et cotylédonaires.

22° Elles ne sont que les divers états de modification d'un organe originel unique, l'individu vasculaire, ou *phyton*.

23° Elles se divisent comme les cotylédons en système inférieur et en système supérieur, et ce dernier en trois mérithalles.

24° Elles se développent de bas en haut à partir d'un point donné, et constituent le système ascendant des végétaux, système caractérisé par la présence de vaisseaux particuliers, au nombre desquels sont des trachées (les véritables trachées ne se rencontrent que dans le système ascendant).

25° L'accroissement des mérithalles est simultané et régulier dans quelques cas, isolé et très irrégulier dans d'autres.

26° Toutes les parties de la feuille peuvent subir les modifications exprimées au paragraphe 7.

27° De la base du système ascendant ou aérien de chaque feuille, part un système descendant ou terrestre qui se distingue par des vaisseaux tubuleux, qui tous sont plus ou moins déroulables, naturellement ou par déchirement, mais qui ne sont pas des trachées.

28° Chaque espèce de feuille a son système descendant propre, sa racine.

29° Ce système descendant, dont l'abondance ou la rareté dépendent des corps appendiculaires d'où ils proviennent, glisse dans des voies particulières (par exemple, entre l'écorce et le bois des végétaux déjà formés), et contribue pour une grande partie à la formation des couches ligneuses du bois et fibreuses de l'écorce, ou autrement dit, à l'accroissement en épaisseur du tronc des végétaux dicotylédonés vivaces et de leurs racines.

30° D'après cela, une tige ligneuse de dicotylédone est formée de feuilles régulièrement ou irrégulièrement opposées, et situées les unes au dessus des autres (d'où l'accroissement en hauteur), dont les mérithalles inférieurs ou tigellaires persistans et plus ou moins développés sont successivement couverts par les tissus radiculaires ou descendans des feuilles de tous les verticilles supérieurs, soit de l'année, soit des années subséquentes, et par des couches également successives de tissu cellulaire, d'où l'accroissement en largeur des tiges, et en épaisseur des couches concentriques.

31° Les tiges ligneuses des Monocotylédons sont, à peu de chose près, comme celles des Dicotylédons, et elles s'accroissent de la même manière, c'est à dire par un système ascendant, par un système descendant et par un développement utriculaire excentrique improprement nommé rayonnement médullaire.

32° Un embryon monocotylédoné n'a primitivement qu'un système vasculaire enveloppant, parce qu'alors il n'est formé que d'une seule feuille rudimentaire roulée. Au centre de cette première feuille, centre uniquement formé de tissu cellulaire naissant, il s'en développe bientôt une seconde, puis une troisième, et enfin un nombre déterminé, normal pour chaque espèce végétale.

33° De la base de la première feuille part une radicule ou racine cotylédonaire (2, *e*).

34° De la base de la seconde feuille, base indiquée dans le tissu cellulaire naissant par des points sphéroïdes transparens, fluides ou gélatineux, et qui sont en rapport avec les nervures de la feuille, partent obliquement, de haut en bas et du centre vers la circonférence, des sortes de tubes vermiculés, dichotomes d'abord, puis rameux, à rameaux généralement sinueux, anastomosés, qui vont sortir au dessous du pétiole de la première feuille, entre les vaisseaux de son mérithalle tigellaire, et descendent ainsi, extérieurement et parallèlement à ces vaisseaux, jusque dans la racine. Les vaisseaux descendans de la troisième feuille s'agencent avec ceux de la seconde, comme ceux-ci l'ont fait avec les vaisseaux de la première, et ainsi de suite.

35° Ces vaisseaux tubuleux ou radiculaires ne descendent pas toujours aussi régulièrement jusqu'à la racine. Il arrive souvent,

surtout dans les tiges articulées, creuses, et à mérithalles ordinairement très développés, que, rencontrant sur certains points des voies plus humides ou plus convenablement préparées, elles se détournent de leur route naturelle pour se porter, en tout ou en partie, tantôt à la circonférence des tiges pour former des faisceaux ligneux particuliers ou des racines (3, *f*, *f'*), tantôt vers le centre pour former des articulations, des diaphragmes, des cloisons.

36° Comme dans les Monocotylédons, le mérithalle tigellaire ou inférieur de la feuille est généralement très réduit ou manque totalement, les vaisseaux du système descendant ou radiculaire des feuilles supérieures se croisent immédiatement avec ceux du système ascendant des feuilles inférieures; d'où résultent ces lacis inextricables offerts par presque toutes les tiges des grandes Monocotylédones ligneuses dans leur coupe verticale.

A l'aide des principes dont je viens de donner le résumé, M. Gaudichaud explique à sa manière tous les phénomènes de l'organographie et de la physiologie végétale.

Cette théorie, comme il est facile de le reconnaître, a une très grande analogie avec celle de Delahire et de Du Petit-Thouars. En effet, c'est au développement des bourgeons que M. Gaudichaud attribue la formation des fibres et des couches ligneuses, et par conséquent l'accroissement en épaisseur de la tige dans les végétaux monocotylédonés comme dans les végétaux dicotylédonés. Mais ce qui distingue spécialement sa théorie, c'est qu'il admet deux systèmes différens de vaisseaux : 1° Le *système ascendant*, qui se compose de trachées et de tous les vaisseaux qui forment le canal médullaire. C'est par son développement qu'a lieu l'accroissement en hauteur de la tige ; 2° le *système descendant* formé de tous les vaisseaux rayés, ponctués, ou tubes ligneux qui descendent de la base des bourgeons, et donnent naissance aux couches ligneuses et aux feuillets vasculaires de l'écorce.

Les objections que nous avons faites au système de Du Petit-Thouars subsistent toutes contre celui de M. Gaudichaud. Cependant nous ne saurions dissimuler que quand on voit les préparations et les observations nombreuses que ce savant a faites, on se

sent ébranlé par sa conviction. Mais comme la plupart des faits sur lesquels il s'appuie peuvent aussi bien être expliqués dans une hypothèse entièrement opposée, on reste dans le doute et l'incertitude. C'est justement ce qui nous arrive; notre conviction n'est pas assez intime pour nous porter à adopter cette théorie; mais cependant nous convenons que, telle qu'elle a été modifiée par M. Gaudichaud, elle apparaît avec une force qu'elle n'avait point encore. Les faits nombreux que ce savant infatigable vient de recueillir dans ses nouveaux voyages viendront sans doute corroborer sa théorie et en faire disparaître les points douteux qui ont pu en empêcher l'adoption générale. Pour notre part, nous désirons ardemment que par leur publication M. Gaudichaud nous mette à même de nous inscrire parmi les partisans de sa théorie phytogénique.

Les deux théories dont nous venons de faire l'exposition ne peuvent donc pas être adoptées dans leur entier, comme donnant une explication rigoureuse de tous les phénomènes de l'accroissement en diamètre dans les végétaux dicotylédons. En effet, celle de Duhamel est essentiellement fondée sur la transformation annuelle du liber en aubier, et sa régénération au moyen de la couche de cambium. L'expérience par laquelle ce célèbre physicien dit qu'ayant fait passer un fil d'argent dans le liber, il l'a retrouvé l'année suivante dans l'aubier, est tout à fait inexacte. En effet, tous ceux qui après Duhamel ont cherché à la répéter n'ont pu obtenir le même résultat; et lorsque le fil d'argent avait été réellement passé à travers le liber, on l'a toujours retrouvé dans cet organe, et non dans l'aubier. Cette théorie ne saurait être défendue aujourd'hui. Présentons-en une autre qui nous paraît réunir en sa faveur bien des probabilités.

3° La formation annuelle des couches ligneuses est due au cambium, qui, chaque année, fournit les matériaux d'une nouvelle couche de l'aubier, et d'une nouvelle couche du liber.

Grew peut être considéré comme ayant le premier émis cette idée, bien qu'elle ne soit nettement formulée dans aucune partie de son excellent ouvrage. Mais quand on le médite avec soin, on voit que c'était là le fond de sa pensée.

Cette opinion est celle qu'en dernier lieu avaient professée MM. Kieser et de Mirbel, et que ce dernier savant a brièvement fait connaître dans une note publiée en 1816 dans le *Bulletin des Sciences de la société philomatique.*

Bien que cette théorie soit comme on voit fort ancienne, elle a été néanmoins mal comprise et mal exposée dans tous les ouvrages subséquens; et beaucoup d'auteurs ont fait dire à M. de Mirbel, par exemple, toute autre chose que ce qu'il a dit et écrit. Les belles planches que l'auteur a publiées depuis cette époque sur l'origine du bois et du liber ont de nouveau rappelé l'attention des phytotomistes sur cette note succincte. Théorie de Grew, etc.

Le liber, que l'on avait pendant long-temps considéré comme l'organe le plus essentiel de la végétation, comme celui qui opérait chaque année l'augmentation en diamètre du tronc des arbes dicotylédons, ne remplissant pas le rôle qu'on lui avait assigné, on doit chercher une autre explication des phénomènes de l'accroissement en diamètre. Si l'on examine une jeune branche à l'époque de la végétation, c'est à dire quand la sève circule abondamment dans toutes les parties du végétal, voici ce que l'on observe : Entre le liber et l'aubier, on trouve une couche d'un fluide d'abord clair et limpide, qui peu à peu s'épaissit et prend de la consistance ; ce fluide, ou le *cambium*, est formé par la sève descendante, mélangée à une partie des sucs propres des végétaux. Telle était l'opinion généralement admise par tous les physiologistes, depuis Grew et Duhamel, sur la nature du cambium, et telle est celle qu'on avait encore prêtée à M. de Mirbel. Nature du cambium.
Cependant, dès 1816, il avait émis une opinion tout à fait contraire sur ce point important. Pour lui, en effet, le cambium n'est point un liquide qui s'épanche entre le bois et l'écorce, c'est un véritable tissu qui naît à la fois de ces deux parties de la tige. Il se forme, dit-il, entre le liber et le bois une couche qui est la continuation du liber. Cette *couche régénératrice* a reçu le nom de *cambium*. Le cambium n'est donc point une liqueur qui vienne d'un endroit ou d'un autre: c'est un tissu très jeune qui continue le tissu plus ancien. Il est nourri et développé à deux époques de l'année, entre le bois et l'écorce, au printemps et en automne. Son organisation paraît identique dans tous ses points; cependant C'est un tissu naissant.

la partie qui touche à l'aubier se change insensiblement en bois, et celle qui touche au liber se change insensiblement en liber. Cette transformation est perceptible à l'œil de l'observateur.

Ainsi donc l'aubier n'est pas formé par le liber, qui s'épaissit et prend plus de consistance, mais par le cambium, qui chaque année fournit les matériaux nécessaires à la formation d'une couche d'aubier et d'une couche de liber, toutes deux distinctes l'une de l'autre. Lorsque Duhamel a retrouvé dans l'aubier le fil d'argent qu'il avait cru voir engagé dans le liber, c'est que ce fil avait été passé à travers la couche organique du cambium.

Il suit également de là que, chaque année, le liber s'accroît en épaisseur par sa face interne. En effet, elle produit, comme celle de l'aubier, une couche d'un tissu d'abord à peine organisé, qui petit à petit acquiert tous les caractères des feuillets du liber. C'est pour cette raison que cet organe se trouve formé de plusieurs lames ou feuillets, réunis les uns aux autres par une couche excessivement mince de tissu cellulaire.

Ainsi donc, pour résumer cette théorie, il se forme chaque année dans le tronc des arbres dicotylédons une nouvelle couche ligneuse et une nouvelle couche d'écorce. Ces nouvelles couches sont une production de l'aubier et du liber qui s'organise et se solidifie. L'aubier formé l'année précédente acquiert plus de densité et se change en bois. Mais le liber n'éprouve aucune transformation; seulement il se répare et s'accroît par sa face interne au moyen du cambium, et forme successivement de nouveaux feuillets.

C'est par ce mécanisme qu'a lieu, selon M. de Mirbel, l'accroissement en épaisseur des tiges des Dicotylédons.

Notre opinion. Nous adoptons entièrement cette théorie de l'accroissement en diamètre du tronc des végétaux dicotylédons. Cependant nous croyons devoir la modifier en un point. Nous admettons que les nouvelles couches qui se forment sont une production, une sorte d'extension de la face externe de l'aubier et de la face interne du liber. Mais nous ne saurions donner le nom de cambium à ce tissu de nouvelle formation. Pour nous, le cambium est toujours ce fluide nutritif, produit de la sève élaborée, qui s'épanche au printemps et en automne entre le bois et l'écorce. Mais nous n'admettons

pas pour cela que ce soit lui qui se *transforme*, d'une part, en une nouvelle couche d'aubier, d'autre part, en une nouvelle couche de liber. Le cambium est le fluide essentiellement nourricier du végétal, comme le sang pour les animaux. Mais, de même que ce dernier fluide ne se transforme ni en muscles, ni en tissu cellulaire, ni en graisse, en un mot en aucun des élémens organiques des animaux, mais que seulement il fournit à chacun de ces organes les matériaux propres à leur développement, à leur entretien, de même aussi nous pensons que le cambium, dont on ne peut nier la similitude avec le sang des animaux, fournit à la fois et à l'aubier et au liber, dont il baigne les surfaces libres, les principes, les alimens nécessaires à leur développement. Il ne devient pas tissu cellulaire ni tissu vasculaire; mais ces tissus déjà existans y puisent les principes au moyen desquels ils se multiplient et s'accroissent.

L'observation confirme d'ailleurs pleinement la nouvelle théorie que nous émettons ici. En effet, que l'on examine attentivement une jeune branche d'un arbre, quand, au printemps, l'afflux du cambium en détermine l'accroissement en diamètre. On verra que la surface externe de l'aubier et la surface interne de l'écorce sont en quelque sorte dans un état de turgescence. Elles sont recouvertes chacune d'une couche plus ou moins épaisse d'un tissu cellulaire à l'état naissant, abreuvée d'une quantité de sucs. Ce tissu de nouvelle formation, semblable à cette couche de bourgeons charnus qui s'élèvent de la surface d'une plaie tendant à se cicatriser, est non seulement adhérent aux deux surfaces sur lesquelles on le voit, mais en est évidemment une production, une vraie continuation.

C'est, en effet, le tissu de l'aubier et du liber qui, recevant alors une plus grande nourriture, produit à sa surface ce nouveau tissu. Ce mode de multiplication ou de formation d'un nouveau tissu cellulaire entre tout à fait dans le mode de développement auquel M. de Mirbel, dans son *Mémoire sur l'anatomie du marchantia*, a donné le nom de développement extra-utriculaire.

Si c'était le cambium qui s'organisât chaque année, au printemps, en nouvelles couches ligneuses et corticales, il devrait nécessairement former entre le bois et l'écorce une masse continue,

qui réunirait, souderait même ces deux parties de la branche : c'est cependant ce qui n'a pas lieu. A aucune époque de l'année, ainsi que tout le monde le sait, l'écorce ne se détache plus facilement de la surface du bois qu'au printemps et en automne, c'est à dire au moment où se forment les couches ligneuses. Loin d'être une masse continue interposée entre ces deux parties de la branche, le nouveau tissu cellulaire forme deux couches qui n'ont ensemble aucune connexion.

De ce qui précède, nous pouvons, je crois, tirer cette conséquence, que l'accroissement en épaisseur de la tige des arbres dicotylédons provient de nouvelles couches que la surface externe de l'aubier et la surface interne du liber produisent, et dont le cambium leur fournit les matériaux.

M. Dutrochet a émis, sur l'accroissement en épaisseur, une opinion que nous sommes loin de partager, mais que néanmoins nous croyons devoir faire connaître ici. Les couches ligneuses de nouvelle formation, dit ce savant, qui se développent chaque année, sont séparées des anciennes par une couche mince de médulle ou tissu utriculaire. Ces couches de médulle, qui isolent les couches ligneuses les unes des autres, ne sont pas toujours faciles à apercevoir, mais elles sont très visibles dans quelques arbres, dans le *rhus typhinum* par exemple, où leur couleur plus foncée les fait distinguer au premier coup d'œil des couches de bois qui sont plus claires. Au printemps, toujours selon M. Dutrochet, l'accroissement en épaisseur commence par la formation de cette couche mince de tissu cellulaire ou de médulle. Bientôt, par sa propriété de donner naissance à des fibres longitudinales, cette couche de moelle produit des vaisseaux qui l'environnent et constituent ainsi une sorte de canal médullaire, destiné à devenir plus tard la nouvelle couche ligneuse.

Mais cette théorie ingénieuse ne saurait être adoptée. Nous avons déjà, en exposant la structure des couches ligneuses, fait voir que jamais il n'existait entre elles aucune couche, quelque mince qu'on la suppose, de tissu utriculaire ou de médulle. L'anatomie soignée que nous avons faite de la tige du *rhus typhinum* lui-même nous a montré qu'elle en était également dépourvue. La théorie fondée sur l'existence de cette couche de médulle doit

donc s'écrouler, puisque l'organe que l'on considère comme générateur n'existe pas. Et d'ailleurs, quand la moelle donne naissance à des vaisseaux pour en constituer un canal médullaire, ces vaisseaux sont en grande partie des trachées. Or ces trachées n'existent jamais dans aucune des couches ligneuses qui se forment après la première année.

§ 2. *Accroissement en largeur.*

Accroissement en largeur.

Pour terminer ici tout ce qui a rapport à l'accroissement en diamètre de la tige dans les végétaux dicotylédonés, il nous reste à faire connaître le résultat des observations publiées par M. Dutrochet (*Mém. du Muséum*, vol. VII et VIII). Pendant long-temps on n'avait généralement admis l'accroissement en diamètre que comme résultant des nouvelles couches qui s'ajoutent chaque année entre l'aubier et l'écorce. Cependant, dès 1816, M. de Mirbel avait dit, dans sa note insérée dans le *Bulletin des Sciences de la Société philomatique,* que le système cortical s'accroît en largeur par le développement successif de tissu cellulaire alongé et de tissu cellulaire régulier; d'où il résulte qu'elle devient plus ample dans toutes ses parties. Depuis lors, M. Dutrochet a prouvé, l'un des premiers, que les couches ligneuses s'accroissent également en diamètre en deux sens, savoir : 1° en *épaisseur*, par la formation de nouvelles couches entre l'écorce et l'aubier; 2° en *largeur*, par le développement latéral de la nouvelle couche et la formation de nouveaux faisceaux de fibres. Cet accroissement, dans le sens de l'épaisseur et de la largeur, a lieu également dans les racines et dans les tiges. Mais nous devons faire remarquer que le professeur Link, dans son *Anatomie des plantes*, et plus tard dans sa *Philosophie botanique,* a également établi que la tige s'accroissait non seulement vers son centre et sa périphérie, mais encore latéralement par la multiplication des faisceaux vasculaires. (Voyez Link, *Grundl. d. Anat. f. d. Pfl.*, p. 146, f. 58, 60.)

Observations de M. Dutrochet sur la clématite.

C'est d'abord sur la tige de la clématite que M. Dutrochet a fait ses premiers essais. Lorsque l'on coupe transversalement l'extrémité d'une jeune branche de clématite, on trouve qu'elle se

compose de six faisceaux de fibres longitudinales, séparés les uns des autres par des rayons ou espaces médullaires assez larges. Peu à peu, et par les progrès de la végétation, il se forme au centre de chaque espace médullaire un nouveau faisceau de fibres longitudinales qui acquiert bientôt le même volume que les faisceaux primitifs; en sorte qu'à la fin de la première année la tige se trouve composée de douze faisceaux de fibres séparés par autant de rayons médullaires.

Pendant la seconde année, chacun des six faisceaux primitifs se divise en trois par la production médiane d'un nouveau faisceau de fibres longitudinales séparé des deux autres, au milieu desquels il s'est développé, par deux rayons médullaires incomplets, qui n'atteignent pas jusqu'à la moelle centrale; d'un autre côté, les six autres faisceaux secondaires de la première année se divisent chacun en deux par la formation médiane d'un nouveau rayon médullaire incomplet : d'où il résulte qu'à la fin de la seconde année il y a trente faisceaux de fibres, distingués les uns des autres par autant de rayons ou espaces médullaires, dont douze seulement, savoir, ceux qui existaient à la fin de la première année, sont seuls complets, et établissent une communication directe entre la médulle externe et l'interne.

Pour peu qu'on réfléchisse avec quelque attention à la manière dont les faisceaux de fibres longitudinales se sont multipliés, on verra que l'accroissement s'est fait latéralement. En effet, la production médiane de nouveaux faisceaux au centre des rayons médullaires, ou celle de nouveaux rayons médullaires au centre des faisceaux de fibres, a dû nécessairement dilater latéralement, et par conséquent augmenter la largeur de la couche circulaire dans laquelle ce développement s'est opéré. Or, c'est cette dilatation latérale qui n'avait point encore été aperçue avant MM. de Mirbel, Link et Dutrochet, dont nous faisons connaître ici les résultats.

Dans la vigne. Cette augmentation de l'épaisseur de la tige par la division et la multiplication de ses faisceaux vasculaires est extrêmement remarquable et curieuse dans la vigne. Dans une jeune branche, les faisceaux vasculaires y sont fort distincts les uns des autres, séparés par des rayons médullaires très marqués. Petit à petit, au milieu de chaque faisceau se montre une ligne de tissu cellulaire

rempli de granulations vertes et parallèle aux rayons médullaires. Cette ligne n'occupe d'abord qu'une faible étendue du faisceau ligneux ; mais elle finit par s'alonger de proche en proche, et au bout de peu de temps le faisceau se trouve séparé en deux faisceaux distincts par une lame verticale de tissu cellulaire, qui perd graduellement ses granulations vertes et ne peut plus être distinguée des autres rayons médullaires. Ainsi, au bout de peu de temps, le nombre des faisceaux vasculaires se trouve doublé, et chacun des nouveaux faisceaux qui résultent de cette duplicature ayant au moins la même largeur que ceux dont ils proviennent, le diamètre de la tige doit se trouver doublé.

L'accroissement *en largeur* s'arrête dans les parties, dès l'instant qu'elles se sont solidifiées. Ainsi il n'a plus lieu dans les couches ligneuses ; mais il se continue dans l'écorce, et c'est ainsi qu'elle permet l'accroissement en épaisseur des couches ligneuses.

L'accroissement *en largeur* a également lieu dans les racines, ainsi que nous l'avons déjà annoncé. Mais dans cet organe il commence toujours par la production médiane de nouveaux rayons médullaires au centre des faisceaux de fibres. Plus tard, ces nouveaux espaces médullaires donnent eux-mêmes naissance à d'autres agglomérations des fibres. **Il se fait aussi dans les racines.**

D'après ce qui précède, on voit que les élémens organiques des végétaux ont une tendance naturelle à la *production médiane*. Ainsi, les faisceaux de fibres tendent à produire dans leur partie moyenne de nouveaux rayons médullaires ; d'un autre côté, les rayons médullaires tendent à produire de nouveaux faisceaux de fibres longitudinales.

§ III. *Accroissement en hauteur.*

A l'époque de la germination, la radicule s'enfonce dans la terre, tandis que le caudex ascendant s'élève vers le ciel. La partie ligneuse et la partie corticale se séparent et s'isolent avec les caractères qui leur sont propres. Vers l'automne, quand elles sont organisées en aubier et en liber, leur accroissement s'arrête. Mais la jeune tige est couverte de bourgeons qui se sont formés à l'aisselle de ses feuilles. Ouand au retour du printemps la végétation **Accroissement en hauteur.**

recommence, le tissu végétal est gorgé de fluides nourriciers qui vivifient les bourgeons. Celui qui termine la tige à son sommet se développe, s'alonge, et donne naissance à une jeune branche ou scion qui se compose, comme la tige de l'année précédente, d'un étui médullaire, d'une couche ligneuse et d'une couche d'écorce; mais en même temps cette tige de l'année précédente s'est augmentée, et d'une nouvelle couche de jeune bois qui s'est ajoutée à l'extérieur de celle qui existait déjà, et d'une nouvelle couche d'écorce à la face interne de celle formée l'année précédente. Chaque année un nouveau bourgeon terminal, en se développant, donne naissance à un nouveau scion qui augmente ainsi successivement la hauteur de la tige.

Le tronc se compose de cônes alongés emboîtés les uns dans les autres.

Le tronc se trouve donc formé par une suite de cônes très alongés, dont le sommet est en haut, et qui sont superposés les uns aux autres. Mais le sommet du cône le plus intérieur s'arrête à la base de la seconde pousse, et ainsi successivement; en sorte que ce n'est qu'à la base du tronc que le nombre des couches ligneuses correspond au nombre des années de la plante. Ainsi, par exemple, une tige de dix ans offrira à sa base dix couches ligneuses. Elle n'en présentera que neuf, si on la coupe à la hauteur de la seconde pousse, que huit à la troisième, et enfin qu'une seule vers son sommet. C'est pour cette raison que le tronc des arbres dicotylédons est plus ou moins conique, le nombre de ses couches ligneuses étant graduellement plus considérable, à mesure que l'on descend du sommet vers la base.

Il est des arbres sur lesquels ce développement en hauteur est des plus manifestes : dans les pins et les sapins, par exemple. Au bout de la première année, on voit au sommet de la tige un bourgeon conique, d'où part un verticille de jeunes rameaux, au centre desquels en est un qui s'élève verticalement; c'est lui qui est destiné à continuer la tige. A la fin de la seconde année, de son sommet part également un semblable bourgeon qui présentera les mêmes phénomènes dans son développement. Ainsi l'on peut connaître dans ces arbres le nombre de leurs années par le nombre des verticilles de rameaux qu'ils présentent sur leur tige.

§ IV. *Accroissement de la tige des Monocotylédonés.*

Jusqu'à présent presque tous les auteurs qui ont parlé du mode de formation primitive et du développement de la tige ligneuse des arbres monocotylédonés nous paraissent avoir commis une erreur grave. Tous, en effet, affirment qu'un palmier, par exemple, qui se développe par suite de la germination d'une graine, n'a d'abord pas de tige, et que cet organe se forme à la fin de la première année par suite de la soudure de la base du petit nombre de feuilles qui résultent de l'évolution de la gemmule. Duhamel me paraît être le premier qui ait émis cette opinion ; les observations que j'ai faites me portent à la croire erronée. Le palmier qui commence à se développer a bien réellement une tige dès la première année, et cette tige n'est pas formée par la soudure de la base des feuilles qui persisteraient, et qui, réunies et soudées ensemble, constitueraient une sorte d'anneau, base de tous ceux dont le développement successif doit former le stipe. En examinant un jeune palmier pendant la première année de sa végétation, j'ai reconnu qu'il offrait les organes suivans : 1° Une tige ; 2° des fibres radicales ; 3° des feuilles. Accroissement de la tige des monocotylédonés.

La tige se présente sous la forme d'un corps charnu, cylindrique, très court, arrondi à son extrémité inférieure, qui est nue et tronquée. De son tiers inférieur naissent un assez grand nombre de fibres radicales cylindriques et ramifiées. Dans ses deux tiers supérieurs, elle donne naissance à de larges écailles redressées, terminées en pointe à leur sommet, puis à cinq ou six feuilles longuement pétiolées, ayant leur pétiole élargi et membraneux à sa partie inférieure, qui est semi-amplexicaule. Les écailles extérieures et inférieures dont nous venons de parler sont bien évidemment des feuilles rudimentaires. La partie centrale et terminale de la tige est occupée par une longue gaîne coupée obliquement à son sommet, de laquelle sortent deux feuilles. Enfin, dans l'intérieur de cette gaîne, et entre les bases des deux feuilles qu'elle entoure, se trouve un bourgeon terminal très alongé, destiné au développement ascensionnel qui aura lieu l'année suivante. Mode de formation du stipe.

Il y a donc ici bien évidemment une tige de laquelle nais-

La tige existe primitivement, comme dans les Dicotylédonés.

sent les fibres radicales', les écailles, les feuilles et le bourgeon terminal. Cette tige offre la même organisation que celle des autres plantes monocotylédonées, seulement elle est beaucoup plus courte. Elle n'est pas soumise à cette élongation ascendante que détermine le développement de la gemmule ou premier bourgeon de la jeune plante, non seulement dans les plantes dicotylédonées, mais encore dans les plantes monocotylédonées à tiges herbacées. Ainsi, sous ce rapport, il n'y a aucune distinction essentielle entre le jeune monocotylédoné destiné plus tard à offrir un stipe ou tige ligneuse et celui qui ne présentera qu'une tige herbacée. C'est donc à tort que tous les phytotomistes ont dit jusqu'à présent que la tige ligneuse des Palmiers et autres Monocotylédonés était formée par les bases des feuilles, qui en se soudant constituaient une sorte d'anneau.

Accroissement en hauteur.

A la fin de la première année, la tige monocotylédone destinée à devenir ligneuse est très courte et comme charnue. De sa partie inférieure naissent les fibres radicales. Ses parties latérales et extérieures sont recouvertes par le petit nombre de feuilles et d'écailles qui se sont développées. Son sommet est occupé par un bourgeon terminal. Celui-ci, l'année suivante, se développe de la même manière, c'est à dire excessivement peu en hauteur. Les feuilles de la première année sont rejetées plus en dehors par l'accroissement excentrique de la portion de tige qui les supporte. Il y a donc ici, comme dans toutes les autres tiges, simultanément développement en épaisseur et développement en hauteur.

L'axe du jeune bourgeon, sur lequel les feuilles rudimentaires qui le composent étaient attachées, étant la continuation de la tige de l'année précédente, c'est par le moyen de ces axes successifs, qui sont ainsi la suite les uns des autres, qu'a lieu l'accroissement en hauteur. Et comme chacun de ces axes est très court, environné de tous côtés par un certain nombre de feuilles qui finissent par se détacher, ils forment en quelque sorte autant d'anneaux superposés, de telle manière que la tige semble constituée par une suite de disques empilés les uns sur les autres. Mais, en examinant avec plus d'attention les cicatrices laissées par les feuilles sur la tige au moment où elles sont tombées, on reconnaît qu'elles ne constituent pas des anneaux, mais des lignes spirales et en-

roulées, disposition qui est celle des feuilles dans les plantes monocotylédonées, comme dans les plantes dicotylédonées.

Cet accroissement en hauteur est ordinairement très lent dans la plupart des Monocotylédonés, et particulièrement dans la famille des Palmiers. On le conçoit très bien quand on songe à la brièveté de l'axe ou support des feuilles. Aussi la plupart des Palmiers exigent-ils une longue suite d'années pour que leur stipe acquière une certaine hauteur, et quelques uns même, comme le *chamærops humilis*, ont-ils une tige qui reste constamment à l'état rudimentaire, excepté dans quelques cas rares où elle acquiert une hauteur plus ou moins considérable.

D'autres fois, au contraire, la tige ligneuse des Monocotylédonés s'accroît avec assez de rapidité, comme dans certains *dracæna* par exemple. C'est qu'alors l'axe central du bourgeon offre une élongation plus considérable, et qui le rapproche sous ce rapport de la tige herbacée des autres Monocotylédonés.

Effets de l'ablation du bourgeon terminal.

De ce que nous avons dit précédemment, il résulte que si on vient à enlever le bourgeon terminal d'un palmier, non seulement on arrête son accroissement en hauteur, mais le plus souvent on le tue, parce qu'on en retranche la seule partie véritablement végétante. C'est ce qui arrive en effet, comme chacun sait, pour ceux de ces palmiers dont on mange le bourgeon terminal sous le nom de *chou-palmiste*. L'arbre périt dès qu'on l'en a retranché. Cependant il arrive quelquefois que cette ablation de l'organe végétant d'une tige ligneuse de monocotylédone n'est pas suivie de la mort de l'individu. Dans les *dracæna*, par exemple, l'enlèvement du bourgeon terminal amène ordinairement l'apparition et le développement de quelques bourgeons adventifs, qui finissent par former des branches destinées à remplacer la tige principale qui cesse de croître en hauteur. On sait en effet que les plantes monocotylédones, tout en différant, pour la plupart, des plantes à deux cotylédons, parce qu'elles n'offrent point de bourgeons latéraux à l'aisselle de leurs feuilles, bourgeons destinés à donner naissance à des rameaux, jouissent cependant de la propriété de pouvoir dans certains cas former des bourgeons accidentels ou adventifs, dont le développement produit des ramifications. C'est ainsi que se forment les branches dans les *dracæna*,

et probablement dans les autres monocotylédonés dont on a retranché la tête ; c'est ainsi également que quelques stipes de Monocotylédonés sont naturellement rameux, comme ceux du palmier Doum de la Thébaïde (*cucifera thebaica*), de plusieurs espèces d'*yucca* et de *dracœna*.

L'accroissement en diamètre du stipe d'une monocotylédone ne peut avoir lieu que tant que la portion déjà existante ne s'est pas encore complètement solidifiée. De nouvelles fibres vasculaires peuvent se développer au milieu du tissu utriculaire qui constitue la masse de la tige, et se rendre successivement par sa partie centrale dans les feuilles dont se compose le bourgeon terminal. Les fibres plus anciennes, rejetées vers l'extérieur du stipe par ce développement incessant de fibres nouvelles dans le centre, se pressent fortement les unes contre les autres et finissent par acquérir la solidité du bois, tandis que les intérieures sont encore molles et herbacées. Dès que les fibres extérieures de la tige sont devenues ligneuses, l'accroissement en diamètre est presque complètement arrêté, et la lignification gagne de proche en proche et par un mouvement centripète les fibres les plus intérieures. Il résulte de là qu'une tige de monocotylédone n'a pendant long-temps de fibres lignifiées qu'à sa partie extérieure, où elles forment en se soudant une sorte de cylindre creux, dont l'intérieur est rempli par des fibres encore distinctes et séparées les unes des autres par du tissu utriculaire. Mais par la suite elle finit par former une seule masse ligneuse, dont la partie externe conserve néanmoins toujours une plus grande solidité. C'est ce que montre la tige de la plupart des Palmiers ou autres Monocotylédones ligneuses.

Lorsqu'une tige de monocotylédone ligneuse cesse de s'accroître en hauteur par suite de la résection du bourgeon terminal, et qu'il se développe une ou deux branches par l'apparition et l'évolution de quelques bourgeons adventifs, il se passe un changement très remarquable dans le mode d'accroissement en épaisseur de la tige. Ce n'est plus par l'intérieur que se fait cette augmentation de volume, mais par la partie extérieure et par un mode qui tient en quelque sorte le milieu entre celui des Monocotylédonés et celui des Dicotylédonés, quoiqu'il se rapproche beaucoup plus du premier.

C'est du moins ce que j'ai observé dans un *dracænà marginata* qui, par suite de la mort du bourgeon terminal et de sa résection, avait poussé deux branches qui bifurquaient l'ancienne tige immédiatement au dessous du point où elle avait été coupée.

Les bourgeons adventifs se développent dans la couche celluleuse et extérieure de la tige, dans celle qui représente l'enveloppe herbacée de l'écorce des arbres dicotylédonés. Par suite du mouvement vital suscité dans cette partie par l'évolution des nouveaux bourgeons auxquels elle a donné naissance, la nutrition y devient plus active, les sucs séveux y affluent, et c'est alors dans cette partie que se forment les fibres ou faisceaux vasculaires qui se rendent aux nouveaux bourgeons et aux rameaux qu'ils produisent. Il résulte de là qu'à mesure que ces deux nouveaux rameaux se développaient, la tige ancienne s'accroissait en diamètre, par la formation de nouvelles fibres et de nouvelles utricules à sa partie externe. Car la partie déjà développée au moment où le bourgeon terminal a été enlevé, n'éprouve plus d'augmentation, mais néanmoins continue à rester vivante. C'est dans la couche celluleuse extérieure que l'accroissement a lieu, et par conséquent contrairement à ce qui se passe dans le développement normal du stipe. Néanmoins la partie ainsi nouvellement formée suit dans son accroissement les lois ordinaires aux Monocotylédonées, et c'est à la partie la plus intérieure, c'est à dire à celle qui est en contact avec la tige ancienne, que s'ajoutent les fibres les plus récemment formées.

Comparaison de l'accroissement de la tige dans les Monocotylédonés et les Dicotylédonés.

Si nous comparons d'une manière générale l'accroissement en diamètre de la tige des arbres dicotylédons avec celui des monocotylédons, nous verrons qu'il ne diffère pas moins que leur structure anatomique. En effet, dans les dicotylédons il y a deux systèmes distincts : le *système central*, formé de l'étui médullaire et des couches ligneuses, et le *système cortical*, qui se compose de l'écorce. Ces deux systèmes s'accroissent séparément, en sorte qu'il y a deux surfaces d'accroissement dans cette classe de végétaux. Le système central s'accroît par les nouvelles couches qui s'ajoutent à sa surface externe, et le système cortical s'accroît par sa face interne.

Dans les végétaux monocotylédonés, au contraire, il n'y a qu'une

seule surface d'accroissement, et par conséquent qu'un seul système. M. Thém. Lestiboudois, professeur de botanique à Lille, remarquant que, dans ce système unique qui forme la tige des Monocotylédons, l'accroissement se fait par la partie interne, en tire cette conclusion que ce système est le cortical, et que le central manque : d'où il suit, selon lui, que le stipe des Palmiers est organisé comme l'écorce des Dicotylédons. Nous n'avons pas besoin de réfuter cette opinion, plus ingénieuse que basée sur une observation rigoureuse des faits.

De ces diverses considérations on doit tirer cette première observation, c'est que le stipe des Palmiers et des autres arbres monocotylédonés ligneux diffère essentiellement, et par son organisation et par son mode de développement, du tronc des végétaux dicotylédonés. Si même on pousse plus loin cette observation, on verra que le stipe diffère tellement du tronc par son origine première et son mode de développement, qu'il n'est point étonnant que son organisation intérieure, qui n'est que le résultat de ce mode de développement, offre avec la tige ligneuse des arbres à deux cotylédons des différences aussi tranchées.

Le stipe a la même organisation que la tige herbacée des Monocotylédonés.

Mais le stipe, ainsi que nous l'avons vu précédemment, n'offre pas une organisation spéciale qui le distingue essentiellement de la tige herbacée des autres plantes monocotylédonées. Il n'a de différent que son mode d'accroissement et que la lenteur avec laquelle il s'est développé, par suite du défaut d'élongation de la tigelle embryonnaire qui lui a donné naissance. Encore trouvons-nous, parmi les Monocotylédonés herbacés, des tiges qui, par leur mode de formation, sont tout à fait analogues, identiques même avec celle des palmiers. Ainsi, qu'est-ce que la tige souterraine, vulgairement nommée racine dans la plupart des espèces du genre iris? C'est un corps charnu, offrant quelques fibres longitudinales intérieurement, et présentant à sa surface externe des cicatrices ou des écailles. Or, si nous en suivons le développement, nous verrons qu'elle doit sa formation à une tigelle très courte, épaisse, de laquelle naissaient des feuilles et des écailles. Ces feuilles, après s'être développées, se sont successivement flétries, sont tombées, mais en laissant sur la tige restée souterraine les cicatrices semi-amplexicaules qu'on y aperçoit. C'est la même organisation inté-

rieure, le même mode de développement. Seulement, dans les iris, la tige est rampante, et, comme toutes les tiges rampantes, elle émet des racines par sa face inférieure ; et de plus, restant sous la terre, elle conserve ses caractères de tige herbacée. Une espèce d'ail (*allium senescens*) nous offre, au lieu d'un bulbe, comme dans les autres espèces du même genre, un organe entièrement semblable à celui que nous avons observé dans les iris, c'est à dire une souche plus ou moins rameuse. Or, de cette souche de l'*allium senescens* et des *iris* aux bulbes solides ou écailleux des Liliacées, la transition me paraît insensible. Un bulbe, en effet, n'est qu'un organe composé d'écailles variables dans leur forme et leur disposition, mais toujours assises sur un plateau charnu et recouvrant un bourgeon central et terminal ; toujours ces écailles ne sont que des feuilles, ou dont la base seule s'est développée, ou dont la base seule a résisté, tandis que la partie supérieure s'est détruite. Le plateau ou disque charnu sur lequel naissent les écailles dont la réunion constitue le bulbe est véritablement une tige, mais très courte, très déprimée, en un mot entièrement semblable à celle que nous avons signalée dans le jeune palmier. Quelques auteurs lui ont donné les noms latins de *cormus* et de *lecus*. Ainsi le bulbe se compose de trois parties : 1° d'une tige très courte, épaisse, charnue ; 2° des feuilles et d'écailles réunies en un bourgeon ; 3° des fibres radicales naissant circulairement de la partie inférieure de la tige. Or, ce sont justement les mêmes parties que nous avons déjà précédemment observées dans le jeune palmier, à la fin de la première année de son existence, et ces parties y avaient tout à fait la même disposition. Il y a donc une analogie, une identité parfaite entre un bulbe et un jeune palmier. Seulement, dans le premier, la tige reste à l'état rudimentaire, et prend peu ou point d'accroissement en longueur, tandis que dans le palmier chaque année voit augmenter la hauteur de la tige. Dans l'*allium senescens*, au contraire, la tige ou le plateau s'accroissent en longueur, comme la tige souterraine des iris et le stipe des palmiers.

Le bulbe est organisé comme le jeune stipe.

De ce rapport intime existant entre le bulbe et le stipe, on peut tirer cette conséquence, non pas que le stipe soit un bulbe, ainsi que nous l'avions à tort énoncé autrefois, mais au contraire que le bulbe offre la même disposition de parties que les autres tiges mo-

nocotylédonées. Il n'est pas seulement un bourgeon surmontant une racine, mais un assemblage des trois organes essentiels de la nutrition : la racine, la tige et les feuilles.

Origine des cayeux.

Quoique en général il n'existe pas de bourgeons à l'aisselle des feuilles dans les Monocotylédonés, ainsi que nous l'avons dit précédemment, cependant il arrive assez souvent que dans les bulbes il s'en développe quelques uns. Ce sont ces bourgeons qui finissent par former les *cayeux*, l'un des moyens de multiplication des plantes bulbifères. Ces cayeux ou jeunes bulbes commencent toujours à se développer à l'aisselle d'une feuille, et tiennent par conséquent au plateau charnu et à la tige, dont ils finissent par former un rameau qui reste court et peu développé, excepté dans l'*allium senescens*, et quelques autres Liliacées où ces jeunes branches acquièrent une certaine longueur.

Ramification du stipe.

Dans cette manière d'envisager le stipe, on peut très bien expliquer pourquoi cet organe se ramifie si rarement. En effet, on sait qu'un rameau n'est jamais que le résultat de l'élongation d'un bourgeon placé en général à l'aisselle d'une feuille : or, dans les Monocotylédones, ces bourgeons axillaires avortent presque constamment, ou restent à l'état rudimentaire, comme dans la plupart des Graminées par exemple : il en est de même dans les Palmiers; leurs bourgeons axillaires restent en général à l'état rudimentaire, et alors le stipe est parfaitement simple : mais, dans certaines circonstances, quelques uns de ces bourgeons, recevant plus de nourriture que les autres, se développent, c'est à dire que les feuilles qui les composent, en se soudant par leur base, finissent à la longue par former un nouveau stipe partant du premier : c'est ce qu'on observe, par exemple, dans certaines espèces d'yucca, de Dracæna et dans le palmier Doum de la Thébaïde, etc.

Théorie de quelques procédés pour la multiplication artificielle des végétaux, expliquée par les lois de la physiologie végétale.

Le moyen de multiplication le plus naturel et le plus facile dans les végétaux est sans contredit celui qui a lieu au moyen des graines et de leur développement ; c'est celui par lequel les végétaux

dispersés sur la surface du globe se renouvellent naturellement; mais il en est encore d'autres que l'art de la culture met fréquemment à contribution pour perpétuer et multiplier certaines races ou variétés d'arbres, que l'on ne pourrait reproduire par le moyen des graines. Ces procédés sont la marcotte, la bouture et la greffe. Nous allons en peu de mots exposer la théorie de ces trois opérations, considérées d'une manière générale, et quant à leurs rapports avec la physique végétale.

1° Le MARCOTTAGE est une opération par laquelle on entoure de terre la base d'une jeune branche, afin de faciliter l'évolution des racines avant de la détacher du sujet. Tantôt cette opération se pratique sur les branches inférieures d'un jeune arbuste : on les incline et on les couche légèrement : tantôt c'est sur les branches supérieures, que l'on fait passer à travers un pot ou une cage de verre remplis de terre de bruyère. Marcottage

Pour faciliter le marcottage, on pratique ordinairement à la base de la jeune branche une incision ou une forte ligature, afin de déterminer la formation des racines. Ces racines sont quelquefois des bourgeons qui, plongés dans la terre, s'alongent en fibres grêles et radicellaires, tandis qu'exposés à l'air ils se seraient développés en jeunes scions. On emploie le marcottage pour multiplier un grand nombre de végétaux, tels que les œillets, les *hortensia*, les bruyères, les groseillers, etc.

2° La BOUTURE diffère de la marcotte en ce que l'on sépare la jeune branche du sujet avant de la fixer en terre. Il y a des arbres chez lesquels les boutures reprennent avec une grande facilité. En général, ceux dont le bois est blanc et léger se prêtent plus facilement à cette opération : ainsi une branche de saule, de peuplier, de tilleul, enfoncée en terre, s'y enracine au bout de quelque temps, et ne tarde pas à pousser avec vigueur. Bouture.

Une bouture réussira d'autant plus sûrement que le cultivateur aura eu le soin de laisser deux ou trois jeunes bourgeons au dessous de la terre, c'est à dire sur la partie inférieure de la jeune branche. Ces bourgeons s'alongent en racines, et aident singulièrement la succion qui doit amener le développement des jeunes scions.

Assez souvent on pratique à la base des boutures des incisions

ou des ligatures, afin d'en assurer la réussite. Quelquefois même on les fend longitudinalement à leur base, et l'on y introduit une petite éponge imbibée d'eau.

Il est des espèces ligneuses qui reprennent très difficilement de bouture : tels sont les pins, les sapins, les chênes, les bruyères, et en général les arbres à bois très dense ou résineux.

Greffe. 3° La GREFFE est une opération par laquelle on ente sur un individu un bourgeon ou un jeune scion, qui s'y développe et s'identifie avec le sujet sur lequel il a été greffé.

La greffe ne peut réussir qu'autant qu'elle a lieu entre des parties végétantes : c'est ainsi, par exemple, que l'on ne peut greffer le bois ni même l'aubier. C'est dans l'opération et les phénomènes de la greffe que l'on peut remarquer la grande analogie qui existe entre les gemmes ou bourgeons et les graines, surtout sous le rapport de leur développement. Ces deux organes, en effet, sont destinés à donner naissance à de nouveaux individus, dont les uns vivent aux dépens du sujet sur lequel ils se développent, tandis que les autres subsistent par eux-mêmes, et sans avoir besoin de secours étrangers.

Remarquons que la greffe ou soudure des parties ne peut avoir lieu qu'entre des végétaux de la même espèce, des espèces du même genre, ou enfin des genres d'une même famille, mais jamais entre des individus appartenant à des ordres naturels différens; c'est ainsi, par exemple, que l'on peut greffer le pêcher sur l'amandier, l'abricotier sur le prunier, les *pavia* sur le marronnier d'Inde ; mais cette opération ne pourrait pas réussir entre ce dernier arbre, par exemple, et l'amandier ; il faut qu'il y ait une sorte de convenance, d'analogie entre la sève des deux individus, pour que la soudure d'une greffe puisse s'effectuer.

C'est au moyen du cambium, ou suc propre des végétaux, que s'opère la soudure des greffes. Cette matière fluide sert de moyen d'union entre l'individu et la greffe, comme dans les animaux la lymphe coagulable s'interpose entre les deux lèvres d'une plaie récente qu'elle réunit et rapproche. Lorsque l'on examine la plaie d'une greffe environ quinze jours après l'opération, on voit entre les deux parties rapprochées une couche mince de petites granulations verdâtres dispersées dans un fluide visqueux. Ces petites

granulations, rudimens de l'organisation végétale, sont produites par le cambium qui se solidifie et s'organise ; phénomène qui se répète toutes les fois que l'on fait une plaie superficielle à un arbre, et qu'on la garantit du contact de l'air.

Ce moyen de multiplication procure plusieurs avantages dans l'art de la culture : il sert 1° à conserver et à multiplier des variétés ou monstruosités remarquables, qui ne pourraient se reproduire au moyen des graines ; 2° à procurer promptement un grand nombre d'arbres intéressans, qui se multiplient difficilement par tout autre moyen ; 3° à hâter de plusieurs années la fructification de certains végétaux ; 4° à bonifier et à propager les variétés d'arbres à fruits, etc.

Le professeur Thouin a publié une excellente monographie des greffes, dans laquelle il rapporte tous les procédés connus aux quatre sections suivantes : 1° greffes par approche ; 2° greffes par scions ; 3° greffes par gemmes ou bourgeons ; 4° enfin, greffes des végétaux herbacés.

De la Hauteur des arbres.

Hauteur des arbres.

Les arbres sont, en général, d'autant plus forts et plus élevés que le sol, le climat et la situation dans lesquels ils se trouvent sont plus convenables à leur nature et plus favorables à leur accroissement. Une certaine humidité, jointe à un degré de chaleur assez considérable, paraît être la circonstance la plus propre au développement des arbres : aussi est-ce dans les régions qui présentent ces conditions atmosphériques qu'ils acquièrent la hauteur la plus grande. Les forêts de l'Amérique méridionale et de l'Inde sont peuplées en général d'arbres qui, par leur port, leur taille élevée, la beauté de leur feuillage et la variété de leurs fleurs, l'emportent de beaucoup sur ceux de nos climats tempérés, presque tous dépourvus de fleurs ayant quelque apparence.

Il est certains arbres qui n'acquièrent que par une longue suite d'années une hauteur et un diamètre considérables : tels sont, par exemple, le chêne, l'orme, le cèdre. D'autres, au contraire, prennent un accroissement plus rapide dans un temps beaucoup

plus court : ce sont principalement ceux dont le bois est tendre et léger, comme les peupliers, les sapins, les acacias, etc., etc. Enfin il est certaines plantes qui se développent avec tant de rapidité, qu'on peut, en quelque sorte, suivre de l'œil les progrès de leur accroissement : l'*agave americana* est de ce nombre. Cette plante, que j'ai vue tapissant les rochers qui bordent la Méditerranée dans le golfe de Gênes, et sur toutes les côtes de la Sicile où on en forme d'excellentes clôtures, lorsqu'elle fleurit, développe, dans l'espace de trente à quarante jours, souvent plus rapidement, une hampe qui acquiert quelquefois trente pieds de hauteur. Croissant ainsi de près d'un pied par jour, on conçoit qu'il serait en quelque façon possible que son développement successif fût perceptible aux yeux de l'observateur.

En général, le plus grand accroissement en hauteur que puissent acquérir les arbres de nos forêts est de cent vingt à cent trente pieds. En Amérique et dans l'Inde, les Palmiers et beaucoup d'autres arbres dépassent souvent cent cinquante pieds.

De la Grosseur des arbres.

Grosseur des arbres.

La grosseur des arbres n'est pas moins variée que leur hauteur. Il en est qui acquièrent quelquefois des dimensions monstrueuses. Quelques uns jouissent sous ce rapport d'une sorte de réputation historique, qui nous engage à mentionner ici les plus connus et les plus remarquables.

Châtaignier de l'Etna.

1° A leur tête on doit placer, parmi les arbres indigènes, le fameux châtaignier du mont Etna, désigné en Sicile sous le nom de *Castagno dei cento cavalli*. Au rapport de quelques voyageurs, son tronc n'a pas moins de cent soixante pieds de circonférence, et le nom de *Châtaignier des cent chevaux* lui a été donné parce que la reine Jeanne d'Aragon, surprise par un orage, avait trouvé sous son épais ombrage un abri pour elle et une troupe de cent cavaliers qui l'accompagnaient. J'ai visité cet arbre célèbre dans un voyage que j'ai fait en Sicile au mois de septembre de l'année 1834. Il ne forme pas un seul tronc, comme les voyageurs se sont plu à le dire, mais il est la réunion de sept tiges distinctes, partant toutes très probablement d'une souche commune, et lais-

sant à leur centre un espace libre d'une douzaine de pieds de diamètre. Chaque tige est séparée des autres, et un espace de plusieurs pieds existe entre chacune d'elles. Quelques unes sont creuses intérieurement, d'autres n'ont souffert aucune altération. Chacune d'elles prise isolément constitue un arbre colossal. J'en ai mesuré une des plus grosses qui avait quarante-trois pieds de circonférence. Ainsi le châtaignier du mont Etna n'est pas un arbre unique, mais une sépée dans des proportions gigantesques.

2° Les baobabs (*Adansonia digitata* L.), observés par Adanson aux îles du Cap-Vert, sont aussi très renommés par la grosseur de leur tronc, qui dans quelques individus avait jusqu'à quatre-vingt-dix pieds de circonférence. Baobabs.

3° Le dragonier des Canaries (*dracœna draco* L.), si révéré des Guanches, anciens habitans des îles Canaries, avait, en 1799, au rapport du célèbre de Humboldt, un stipe de quarante-cinq pieds de circonférence à sa base. En 1402, lors de la première expédition de Bethencourt, il avait à peu près la même grosseur. On peut juger par là de son excessive vétusté. Dragonier.

4° Un journal américain faisait dernièrement mention d'un sycomore dont le tronc présentait soixante-douze pieds de circonférence. Il est creux à l'intérieur, et offre une cavité de dix-huit pieds de diamètre, dans laquelle on a pu faire entrer sept hommes à cheval. Cet énorme végétal se trouve près du lac d'Howell, dans la Caroline du sud, sur les bords du Broed-River. La tradition porte que, pendant les guerres de l'indépendance, il a servi d'asile à plusieurs familles de réfugiés. Sycomore.

5° Les tilleuls sont, parmi les arbres de nos climats, ceux qui acquièrent la grosseur la plus considérable. Dans le département des Deux-Sèvres, au château de Chaillié, près Melles, on voyait un tilleul qui, en 1804, avait quinze mètres de circonférence. En évaluant son accroissement moyen à deux lignes par année; il avait alors 1076 ans. Tilleuls.

6° Pline parle d'un platane (*Pl. orientalis*) qui existait dans la Lycie et dont le tronc présentait une cavité de quatre-vingt-un pieds de circonférence. Le consul Licinius Mutianus y coucha avec dix-huit personnes de sa société. Platanes.

7° Un voyageur moderne rapporte qu'il y a à Bujukdéré près de Constantinople, un platane de quatre-vingt-dix pieds de hauteur et de cent cinquante pieds de circonférence. Il est creusé intérieurement d'une cavité de quatre-vingts pieds de circonférence qui occupe un espace de cinq cents pieds carrés.

Noyer. 8° Il y avait à Saint-Nicolas, en Lorraine, au rapport de Scammozzi (*in Evelyn. Sylv.*, éd. 2, vol. II, page 186), une table d'un seul morceau de noyer, qui avait vingt-cinq pieds de largeur sur une longueur et une épaisseur proportionnées. En 1479, l'empereur Frédéric III avait donné un repas somptueux sur cette table colossale. On estime que l'arbre qui avait fourni ce bloc pouvait avoir environ 900 ans d'âge.

Ifs. 9° L'if (*taxus baccata*) est un des arbres indigènes qui croissent avec le plus de lenteur et arrivent quelquefois à une énorme grosseur. On a estimé que son diamètre n'augmentait pas de plus d'une ligne par année. On peut d'après cela juger de la vétusté de quelques arbres de cette espèce qui ont été mentionnés par les auteurs. Pennant a mesuré au cimetière de Forheingal, en Ecosse, un if de cinquante-huit pieds et demi de circonférence; ce qui donne un diamètre de 2588 lignes et un nombre d'années à peu près égal. A Braburn, dans le comté de Kent, il y avait en 1660, au rapport d'Evelyn, un if dont la circonférence était de cinquante-huit pieds neuf pouces, ce qui portait le diamètre à 2880 lignes et l'âge à près de trente siècles.

De la durée des arbres.

Durée des arbres. Les arbres placés dans des terrains qui leur conviennent, dans une situation appropriée à leur nature, sont susceptibles de vivre pendant des siècles. Ainsi, l'olivier peut exister pendant trois cents ans; le chêne environ six cents. Les cèdres du Liban paraissent en quelque sorte indestructibles. D'après des calculs fort ingénieux, Adanson estime que les baobabs, dont nous venons de parler tout à l'heure, pouvaient avoir environ six mille ans. Dans les arbres dicotylédons, on peut connaître l'âge d'un arbre par le nombre des couches ligneuses qu'il présente sur la coupe transversale de son tronc. En effet, comme chaque année il se forme une nouvelle couche de bois, on conçoit qu'un arbre de vingt ans,

par exemple, doit offrir, mais à sa base seulement, vingt zones concentriques de bois, et ainsi successivement.

Usages des tiges et des écorces.

Usages des tiges et des écorces.

Le bois est employé à tant d'usages variés dans l'économie domestique et les arts, il est tellement indispensable à la construction de nos bâtimens de terre et de mer, de la plupart de nos machines et de nos instrumens, qu'il n'est aucune partie des végétaux qui puisse lui disputer à cet égard la supériorité.

Beaucoup de tiges herbacées sont usitées dans la nourriture de l'homme et des animaux.

La tige du *saccharum officinarum* fournit une grande partie du sucre répandu dans le commerce, et qu'on nomme sucre de cannes.

Beaucoup de bois sont employés dans la teinture : tels sont le santal, le bois de Campêche, le bois de Brésil, etc.

C'est avec les écorces du chêne, et en général avec toutes celles qui renferment une grande quantité de tannin et d'acide gallique, que l'on tanne les cuirs.

Sous le rapport des propriétés médicales, les tiges, le bois et les écorces occupent un des premiers rangs dans la thérapeutique. Qui ne sait, en effet, qu'à cette classe d'organes se rapportent les quinquinas, la cannelle, l'écorce de Winter, le sassafras, le gayac, et tant d'autres médicamens qui jouissent d'une réputation si bien méritée? Suivant leurs propriétés chimiques les plus remarquables, on peut diviser ainsi les principales écorces et les bois employés en médecine :

1° Ecorces et Bois amers.

Le Simarouba (*Simarouba Guyanensis*).
Le Quassia (*Quassia amara*).

2° Amers, astringens et légèrement aromatiques.

L'Angusture (*Erodia febrifuga*).
Le Quinquina gris (*Cinchona Condaminea*, Humb. et Bonpl. Pl. équinox.).

Le Quinquina rouge (*Cinchona oblongifolia*, Mutis).
Le Quinquina jaune (*Cinchona cordifolia*, Mutis).
Le Quinquina orangé (*Cinchona lancifolia*, Mutis).
Le Quinquina blanc (*Cinchona ovalifolia*, Mutis).
La Cascarille (*Croton Cascarilla*).

3° Astringens.

L'écorce de chêne (*Quercus robur*).
Le Sumac (*Rhus coriaria*).
Le Marronnier d'Inde (*Æsculus hippocastanum*).

4° Aromatiques.

La Cannelle (*Laurus Cinnamomum*).
L'écorce de Winter (*Drymis Winteri*).
La Cannelle blanche (*Cannella alba*).
Le Sassafras (*Laurus Sassafras*).
Bois et écorce de Gayac (*Guaiacum officinale*).

5° Acres.

Le Garou (*Daphne Mezereum*).

CHAPITRE III.

DES BOURGEONS.

Bourgeons. Sous le nom général de *bourgeons*, nous comprenons : 1° les *Bourgeons* proprement dits; 2° le *Turion;* 3° le *Bulbe;* 4° le *Tubercule;* 5° les *Bulbilles,* dont nous allons traiter successivement.

§ 1. *Des Bourgeons proprement dits.*

Les *bourgeons* proprement dits (*gemmæ*) sont des corps de forme, de nature et d'aspect variés, généralement formés d'écailles étroitement imbriquées les unes sur les autres, et renfermant dans

leur intérieur les rudimens des tiges, des branches, des feuilles et des organes de la fructification. Ils se développent toujours sur les branches, dans l'aisselle des feuilles, ou à l'extrémité des rameaux. En général il n'y a qu'un seul bouton à l'aisselle d'une feuille; plus rarement il y en a deux ou plusieurs. L'abricotier commun est un exemple de cette pluralité de bourgeons à l'aisselle d'une même feuille. Ils sont ovoïdes, coniques ou arrondis, composés d'écailles superposées les unes sur les autres et imbriquées, souvent couvertes à l'extérieur, dans les arbres de nos climats, d'un enduit visqueux et résineux, et garnis à l'intérieur d'un tissu tomenteux et d'une sorte de bourre destinés à garantir les organes qu'ils renferment des rigueurs du froid : aussi n'observe-t-on point d'enveloppe de cette sorte sur les arbres de la zone torride, ni sur ceux qu'on abrite dans nos serres : mais les végétaux exotiques, qui en sont dépourvus, ne peuvent pas en général résister aux froids de nos hivers, et périraient immanquablement si on les y laissait exposés.

Leur structure intérieure.

Si l'on fend longitudinalement un bourgeon, on voit qu'il se compose d'un axe central, sur lequel sont attachées et très rapprochées les unes des autres les jeunes feuilles contenues dans le bourgeon. Cet axe est le rudiment de la jeune branche ou du *scion* qui résulte du développement du bourgeon, et de son alongement viendra l'écartement des feuilles dont les intervalles ou *mérithalles* étaient d'abord comme confondus. La partie centrale du jeune scion est occupée par un canal médullaire qui communique directement avec celui de la branche sur laquelle le bourgeon s'est développé.

Leur apparition.

Les bourgeons commencent à paraître en été à l'aisselle des feuilles, c'est à dire à l'époque où la végétation est dans son plus grand état de vigueur et d'activité; ils portent alors le nom d'*yeux*. Ils s'accroissent un peu en automne, constituent des *boutons*, et restent stationnaires pendant l'hiver. Mais au retour du printemps ils suivent l'impulsion générale communiquée aux autres parties de la plante; ils se dilatent, se gonflent; leurs écailles s'écartent, et laissent sortir les organes qu'ils protégeaient : c'est alors qu'on les appelle proprement des *bourgeons*.

Les écailles, qui constituent la partie la plus extérieure des bourgeons, n'ont pas toutes une même nature, une même origine.

Le seul point commun de ressemblance qu'elles aient entre elles, c'est de n'être jamais que des organes avortés et imparfaits. Ainsi, quelquefois ce sont des feuilles, des pétioles, des stipules, qui n'ont point acquis leur entier développement, et qui cependant, dans certaines circonstances, s'accroissent, se déploient, et décèlent ainsi leur véritable nature.

Bourgeons nus. Les bourgeons sont divisés en *nus* et en *écailleux*. Les premiers sont ceux qui n'offrent point d'écailles à l'extérieur, c'est à dire que toutes les parties qui les composent poussent et se développent sous la forme de feuilles. Tels sont ceux de la plupart des plantes herbacées.

Bourgeons écailleux. On appelle, au contraire, *bourgeons écailleux* ceux dont la partie externe est formée d'écailles plus ou moins nombreuses, qui ne prennent pas d'accroissement par le développement du bourgeon, et finissent par tomber et disparaître, comme on l'observe dans les arbres de nos climats.

Leur composition. Comme nous l'avons dit tout à l'heure, les écailles qui forment la partie extérieure des bourgeons écailleux sont constamment des organes arrêtés dans leur développement. Suivant la nature de ces organes, on distingue les bourgeons écailleux en :

1° *Foliacés* (*gemmæ foliaceæ*), ceux dont les écailles ne sont que des feuilles avortées, souvent susceptibles de se développer, comme dans le bois-gentil (*daphne mezereum*).

2° *Pétiolacés* (*gemmæ petiolaceæ*), quand leurs écailles sont constituées par la base persistante des pétioles, comme dans le noyer (*juglans regia*).

3° *Stipulacés* (*gemmæ stipulaceæ*), lorsque ce sont les stipules qui, en se réunissant, enveloppent la jeune pousse, comme on l'observe dans le charme (*carpinus betula*), le tulipier (*lyriodendrum tulipifera*), et surtout certaines espèces de figuiers : par exemple, dans le *ficus elastica*, et d'autres encore.

4° *Fulcracés* (*gemmæ fulcraceæ*), quand elles sont formées par des pétioles garnis de stipules, comme dans le prunier.

Les bourgeons sont le plus souvent visibles à l'extérieur longtemps avant leur épanouissement. Il est certains arbres, au contraire, dans lesquels ils sont comme engagés dans la substance même du bois, et ne se montrent qu'au moment où ils commencent

à se développer : tels sont les acacias (*robinia pseudo-acacia*, L.) et beaucoup d'autres Légumineuses.

Dans le *virgilia lutea*, bel arbre de l'Amérique du nord, le bourgeon est placé dans une petite cavité close de toutes parts, qui existe dans le renflement de la base du pétiole commun, qui est persistante.

Les bourgeons peuvent être *simples*, c'est à dire ne donner naissance qu'à un seul scion ou branche, comme dans le lilas, le chêne; ou bien *composée*, c'est à dire renfermant plusieurs tiges ou rameaux, comme ceux des pins.

Selon les parties qu'ils renferment, on a encore distingué les bourgeons en *florifères*, *foliifères* et *mixtes*.

1° Le bourgeon *florifère* ou *fructifère* (*gemma florifera seu fructifera*) est celui qui renferme une ou plusieurs fleurs sans feuilles. Il est en général assez gros, ovoïde et arrondi, comme dans les poiriers, les pommiers, etc.

2° Le bourgeon *foliifère* (*gemma foliifera*) ne renferme que des feuilles; tel est celui qui termine la tige du bois-gentil (*daphne mezereum*).

3° Enfin, on appelle bourgeon *mixte* (*gemma foliiflorifera*) celui qui contient à la fois des fleurs et des feuilles, comme dans le lilas.

Les cultivateurs ne se trompent jamais sur la nature d'un bourgeon, qu'ils reconnaissent en général, dans les arbres fruitiers, d'après sa forme : ainsi, celui qui porte des fleurs est conique, gonflé; celui qui ne porte que des feuilles, au contraire, est effilé, alongé, pointu.

M. Du Petit Thouars a comparé les bourgeons à autant d'embryons, qu'il appelle *embryons fixes*, et dont l'évolution doit, comme celle de l'embryon contenu dans la graine, donner naissance à un individu pourvu d'une tige, d'une racine et d'appendices latéraux. Nous avons précédemment fait connaître les idées de l'auteur sur ce sujet, en traitant du développement et de l'accroissement de la tige. Le même physiologiste admet aussi l'existence de *bourgeons latens* ou *adventifs*, c'est à dire de bourgeons non visibles, ou mieux de points susceptibles dans certaines circonstances de former des bourgeons, qui se développeront à la manière des bourgeons apparens.

§ 2. *Du Turion.*

Turion. On donne le nom de *turion* (*turio*) au bourgeon souterrain des plantes vivaces; c'est lui qui, en se développant, produit chaque année les nouvelles tiges. Ainsi, la partie de l'asperge que nous mangeons est le *turion* de la plante de ce nom. La différence entre le *bourgeon* proprement dit et le *turion*, c'est que ce dernier naît constamment d'une racine vivace ou d'un rhizome, c'est à dire que son origine est souterraine, tandis que l'autre naît toujours sur une partie exposée à l'air et à la lumière.

Du reste sa structure est absolument la même que celle du bourgeon aérien.

C'est au turion que l'on doit rapporter les petites granulations que l'on trouve sous terre, à la base de la tige dans le *saxifraga granulata*. Ce sont en effet de petits bourgeons écailleux qui naissent sur les ramifications horizontales d'une tige souterraine et rampante.

Les turions peuvent également naître de racines ligneuses. C'est ce que l'on voit dans les sumacs, les vernis du Japon, l'acacia, en un mot dans tous les arbres à racine traçante. Les jeunes pousses qui naissent de leurs racines horizontales et superficielles ont d'abord formé de véritables turions.

§ 3. *Du Bulbe*[1].

Bulbe. Le bulbe (*bulbus*) est une sorte de bourgeon appartenant à certaines plantes vivaces, et particulièrement aux Monocotylédons. Nous avons déjà vu, en parlant des racines bulbifères et de l'organisation de la tige des plantes monocotylédonées (Voyez p. 67 et 187), qu'il était supporté par une espèce de plateau solide, horizontal, intermédiaire à lui et à la véritable racine. Ce plateau est une véritable tige, que l'on a désignée sous le nom de *lecus*, mais très courte, et dont par conséquent les mérithalles ou entre-

[1] *Bulbus, i*, étant masculin en latin, et tiré d'un mot grec (βολβος) également masculin nous avons cru devoir lui conserver le même genre en français.

nœuds sont excessivement rapprochés. Dans quelques circonstances rares, cette tige s'alonge, dans l'*allium senescens* et le *lilium canadense* par exemple, et l'on a une sorte de souche souterraine simple ou rameuse analogue à celle des iris. Par sa face supérieure, le plateau ou la tige donne naissance aux écailles et aux feuilles, et par sa face inférieure aux fibres radicales. Ainsi un ognon ou bulbe est la réunion de trois organes distincts : 1° la tige, vulgairement appelée le plateau; 2° la racine; 3° le bourgeon composé d'écailles. Ces écailles sont d'autant plus épaisses, charnues et succulentes, qu'on les observe plus à l'intérieur du bulbe; les plus extérieures, au contraire, sont sèches, minces et comme papyracées.

Tantôt ces écailles sont d'une seule pièce, et s'emboîtent les unes dans les autres, c'est à dire qu'une seule embrasse toute la circonférence du bulbe, comme dans l'ognon ordinaire (*allium cepa*), la jacinthe (*hyacinthus orientalis*). On les nomme alors ***bulbes à tuniques*** (***bulbi tunicati***). A tuniques.

Fig. XIV.



D'autres fois ces écailles sont plus petites, libres par leurs côtés, et ne se recouvrent qu'à la manière des tuiles d'un toit : on dit alors qu'elles sont imbriquées : par exemple, dans le lis (*lilium candidum*). Ils constituent dans ce cas les ***bulbes écailleux*** (***bulbi squammosi, imbricati***). (Fig. XIV.) Imbriqués.

Enfin quelquefois le plateau est extrêmement développé, a une forme globuleuse ou déprimée, et les écailles ou gaines des feuilles qui naissent de sa surface externe sont minces et membraneuses. C'est à cette sorte de bulbe qu'on a donné le nom de ***bulbe solide***, et qu'on a décrit à tort jusqu'à présent comme formé par les écailles soudées en une masse charnue. Presque tout le bulbe solide est constitué par le plateau très développé. Ex. : *safran*, *glaïeul*. Solides.

Les bulbes ont en général une forme ovoïde ou globuleuse; quelquefois cependant ils sont plus ou moins alongés et comme cylindracés, ainsi qu'on l'observe dans quelques espèces d'ail, et en particulier dans le poireau (*allium porrum*). Dans le bananier, le bulbe est très alongé, cylindrique et en forme de tige.

Le bulbe est tantôt *simple*, c'est à dire formé d'un seul corps, comme celui de la tulipe, de la scille;

Ou bien il est *multiple*, c'est à dire que, sous une même enveloppe, on trouve plusieurs petits bulbes réunis, auxquels on donne le nom de *caïeux*; par exemple dans l'ail (*allium sativum*).

Leur mode de reproduction.

Les bulbes, étant les bourgeons de certaines plantes vivaces, doivent se régénérer chaque année. Mais cette régénération n'a pas lieu de la même manière dans toutes les espèces. Quelquefois les nouveaux *bulbes* naissent au centre même des anciens, comme dans l'ognon ordinaire (*allium cepa*); d'autres fois de la partie latérale de leur substance, comme dans le colchique, l'*ornithogalum minimum*, etc.; ou bien les nouveaux se développent à côté des anciens, comme dans la tulipe, la jacinthe; ou au dessus d'eux, dans le glaïeul; ou au dessous, dans un grand nombre d'ixias, etc.

A mesure qu'un bulbe pousse la tige qu'il renferme, les écailles extérieures diminuent d'épaisseur, se fanent et finissent par se dessécher entièrement. Elles paraissent donc fournir à la jeune tige une partie des matériaux nécessaires à son développement.

§ 4. *Des tubercules.*

Tubercules.

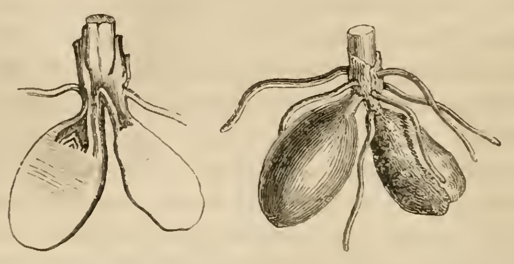
Les *tubercules* (*tubercula*) sont des tiges souterraines très courtes et charnues, appartenant à certaines plantes vivaces.

Ils sont tantôt *simples*, et ne développent qu'une seule tige, comme dans les orchis;

Tantôt *composés*, c'est à dire que d'un tubercule simple il sort plusieurs tiges, comme dans la pomme de terre, le topinambour.

Les tubercules ou bulbes solides des Orchidées sont quelquefois

Fig. XV.

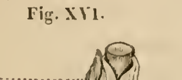


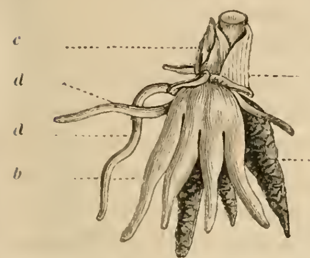
ovoïdes, globuleux et parfaitement entiers, comme dans les *orchis*

morio, militaris, mascula, etc. (Fig. XV.) On dit alors qu'ils sont *didymes* ou *testiculés*. L'un de ces tubercules est plus petit, ridé et en partie flétri : c'est lui qui a donné naissance à la tige qui s'est développée ; l'autre, au contraire, est ferme et plus gros, et c'est lui qui renferme dans son intérieur, ainsi que le montre la coupe que nous en figurons ici, le bourgeon qui doit reproduire la tige l'année suivante.

D'autres fois ces tubercules sont partagés presque jusqu'au milieu de leur hauteur en digitations plus ou moins nombreuses. Ils sont alors *palmés*, comme, par exemple, dans l'*orchis maculata*.

Fig. XVI.





Quand ces digitations sont très profondes et qu'elles atteignent presque la base de chaque tubercule, on les nomme tubercules *digités*. Le *satyrum albidum* nous en offre un exemple. (Fig. XVI) *a*, le tubercule qui a produit la tige ; *b*, le tubercule qui produira une nouvelle tige ; *c*, le bourgeon de cette nouvelle tige ; *d*, *d*, fibres radicales ; *e*, base de la tige de l'année.

§ 5. *Des Bulbilles.*

On nomme *bulbilles* (*bulbilli*) des espèces de petits bourgeons solides ou écailleux naissant sur différentes parties de la plante, et qui peuvent avoir une végétation à part, c'est à dire que, détachés de la plante-mère, ils se développent et produisent un végétal parfaitement analogue à celui dont ils tirent leur origine. Les plantes qui offrent de semblables bourgeons portent le nom de *vivipares* (*plantæ viviparæ*). Bulbilles.

Ils existent dans l'aisselle des feuilles, comme ceux du lis bulbifère (*lilium bulbiferum*) : dans ce cas, ils sont *axillaires ;*

D'autres fois ils se développent à la place des fleurs, comme dans l'*ornithogalum viviparum*, l'*allium carinatum*, etc.

On a dit aussi que les bulbilles pouvaient quelquefois se développer dans l'intérieur du péricarpe et occuper la place des graines. Mais nous avons fait voir (*Ann. des Sciences nat.*, 1824)

que ces prétendus bulbilles ne sont autre chose que les véritables graines, qui ont acquis, souvent aux dépens du péricarpe lui-même, un développement extraordinaire. Mais leur organisation intérieure reste absolument la même que celle des véritables graines.

La nature des *bulbilles* est semblable à celles des *bulbes* proprement dits; tantôt ils sont *écailleux*, comme dans le *lilium bulbiferum* : tantôt *solides* et compactes.

Les sporules des agames sont des espèces de bubilles.

On doit regarder comme des espèces de *bulbilles* les petits corps qui se développent dans différentes parties des plantes *agames*, telles que les Fougères, les Lycopodiacées, les Mousses, les Lichens, etc., et que l'on a nommés des *graines*. Quoique ces corps, que nous nommons *sporules*, soient susceptibles de reproduire une plante analogue à celle dont ils se sont détachés, on ne peut les confondre avec les véritables graines. En effet, le caractère essentiel de la graine est de renfermer un embryon, c'est à dire un corps complexe de sa nature, composé d'une radicule ou rudiment des racines, d'une gemmule ou germe de la tige et des feuilles, et d'un corps cotylédonaire. Par l'acte de la germination, l'embryon proprement dit ne fait que développer les parties qui existaient déjà en lui toutes formées. Ce n'est pas la germination qui leur donne naissance; elle ne fait que les mettre dans une circonstance propre à leur accroissement. Dans les bulbilles au contraire, et surtout dans les sporules des Agames, il n'y a pas d'embryon. Il n'y existe nulle trace de radicule, de cotylédons et de gemmule. C'est la germination qui crée ces parties. Ce ne sont donc pas de véritables graines.

Usages des Bourgeons, des Bulbes, etc.

Usages des bourgeons.

Plusieurs bourgeons sont employés dans l'économie domestique comme alimens : tels sont, par exemple, les turions de l'asperge et de plusieurs autres plantes de la même famille. Tout le monde connaît l'emploi journalier que l'on fait des différentes espèces du genre *allium*, telles que l'ognon commun (*allium cepa*), l'ail (*allium sativum*), le poireau (*allium porrum*), l'échalotte (*allium asculonicum*), etc.

La thérapeutique emploie aussi les bourgeons ou bulbes de quelques végétaux. Ainsi c'est avec les bourgeons de la sapinette (*pinus picea*), infusés dans la bière, que se prépare la bière sapinette. Les squammes du bulbe de la scille (*scilla maritima*) sont un puissant diurétique. On l'emploie également comme excitant de l'organe pulmonaire. L'ail, comme on sait, est un excellent anthelmintique. Le colchique est diurétique, etc.

C'est avec les tubercules de certaines espèces d'orchis, lavés, blanchis à l'eau bouillante, puis séchés, que l'on prépare le salep.

CHAPITRE IV.

DES FEUILLES [1].

Avant leur entier développement, les *feuilles* sont toujours renfermées dans les bourgeons. Elles y sont diversement arrangées les unes à l'égard des autres, mais toujours de la même manière dans toutes les plantes de la même espèce, souvent du même genre, quelquefois même de toute une famille naturelle. FEUILLES.

Cette disposition des feuilles dans le bourgeon a reçu le nom de *préfoliation*. On peut souvent en tirer de fort bons caractères pour la coordination des genres en familles naturelles. Préfoliation.

Les modifications principales des feuilles ainsi disposées, avant leur évolution, sont les suivantes :

1° Elles peuvent être *pliées en longueur*, moitié sur moitié, c'est à dire que leur partie latérale gauche est appliquée sur la droite, de manière que leurs bords se correspondent parfaitement de chaque côté, comme dans le syringa (*philadelphus coronarius*).

2° Elles peuvent être *pliées de haut en bas*, plusieurs fois sur elles-mêmes, comme dans l'aconit (*aconitum napellus*).

[1] Folia, lat.; φυλλα, gr.

3° Elles peuvent être *plissées*, suivant leur *longueur*, de manière à imiter les plis d'un éventail, comme celles des groseillers, du poirier, etc.

4° Les feuilles peuvent être *roulées* sur elles-mêmes en forme de spirale, comme dans certains figuiers, dans l'abricotier, etc.

5° Leurs bords peuvent être *roulés en dehors* ou *en dessous* : telles sont les feuilles du romarin.

6° D'autres fois ils sont roulés en dedans ou en dessus, comme celles du peuplier, du poirier, etc.

7° Enfin les feuilles peuvent être *roulées* en *crosse* ou en *volute* : c'est ce qui a lieu, par exemple, dans toutes les plantes de la famille des Fougères.

Etudions maintenant les feuilles quand elles se sont développées.

Définition. LES FEUILLES sont des organes ordinairement membraneux, planes, horizontaux, naissant sur la tige et les rameaux, ou partant immédiatement du collet de la racine. Elles présentent toutes les nuances de vert, depuis le plus foncé jusqu'au plus clair. Par les pores nombreux qu'elles présentent à leurs surfaces, les feuilles servent à l'absorption et à l'exhalation des gaz propres ou devenus inutiles à la nutrition du végétal.

Les *feuilles* semblent formées par l'épanouissement d'un faisceau de fibres provenant de la tige. Ces fibres, qui sont des vaisseaux, en se ramifiant diversement, et en s'anastomosant entre elles, constituent une sorte de réseau, qui représente en quelque manière le squelette de la feuille, et dont les mailles sont remplies par un tissu cellulaire plus ou moins abondant, qui tire son origine de l'enveloppe herbacée de la tige.

Lorsque le faisceau de fibres caulinaires, qui par son épanouissement doit constituer la feuille, se divise et se ramifie aussitôt qu'il se sépare de la tige, la feuille lui est alors attachée sans le secours d'aucun support particulier, et est désignée sous le nom de feuille *sessile* (*folium sessile*), comme dans le pavot.

Pétiole. Si, au contraire, ce faisceau se prolonge avant de se ramifier, il forme alors une espèce de pédicelle, nommé communément *queue* de la feuille, et auquel on donne, en botanique, le nom de *pétiole* (*petiolus*). Dans ce cas, la feuille est dite *pétiolée* (*folium*

petiolatum) : par exemple dans le tilleul, le tulipier, le marronnier d'Inde, etc.

Cette disposition étant la plus générale, on peut considérer la feuille comme formée de deux parties, savoir : le *pétiole* et le *disque* ou *limbe*, c'est à dire cette partie, le plus souvent plane et verdâtre, qui constitue la feuille proprement dite. Limbe.

De même que le pétiole manque dans un grand nombre de feuilles, de même aussi le limbe lui-même peut quelquefois avorter ; la feuille ne se compose alors que du pétiole, qui souvent se dilate et prend la forme et les caractères d'une feuille sessile. C'est ce que l'on observe, par exemple, dans toutes les espèces d'acacia à feuilles simples de la Nouvelle-Hollande ; il est même probable que, dans les *buplevrum*, les feuilles ne sont que des pétioles élargis. Phyllode ou pétiole foliacé.

On a donné à ces pétioles élargis et en quelque sorte transformés en feuilles, qu'ils remplacent, le nom de *phyllodes* (*phyllodia*). Plusieurs espèces d'acacia dans leur jeunesse, et l'*acacia heterophylla* surtout, montrent parfaitement cette origine des phyllodes, qu'on voit s'élargir à mesure que les folioles disparaissent, et se transformer en feuilles.

On distingue à la feuille une face *supérieure* ordinairement plus lisse, plus verte, couverte d'un épiderme plus adhérent, et offrant moins de pores corticaux ; une face *inférieure*, d'une couleur moins foncée, souvent couverte de poils ou de duvet, dont l'épiderme est plus lâchement uni à la couche herbacée, présentant un grand nombre de petites ouvertures nommées *stomates* ou pores corticaux. C'est surtout par leur face inférieure que les feuilles absorbent les fluides qui s'exhalent de la terre, ou qui sont répandus et mêlés dans l'atmosphère.

On distingue aussi dans la feuille : sa *base*, ou la partie par laquelle elle s'attache à la tige ; son *sommet*, ou le point opposé à la base ; sa *circonférence*, ou la ligne qui détermine extérieurement sa surface.

La face *inférieure* de la feuille est encore remarquable par un grand nombre de lignes saillantes disposées en divers sens, qui ne sont que des divisions du *pétiole*, et qu'on appelle *nervures* (*nervi*). Nervures.

Parmi les *nervures*, il en est une qui offre une disposition presque constante. Elle fait suite au *pétiole*, offre ordinairement une direction longitudinale, et divise la feuille en deux parties latérales assez souvent égales entre elles. Elle a reçu le nom de *côte* ou *nervure médiane*. C'est de sa base et de ses parties latérales que partent en différens sens, et en s'anastomosant entre elles, les autres nervures.

Suivant leur épaisseur et la saillie qu'elles forment à la face inférieure de la feuille, les nervures prennent différens noms. Elles conservent celui de *nervures* proprement dites (*nervi*) quand elles sont saillantes et très prononcées; on les appelle *veines* (*venæ*), lorsqu'elles le sont moins; enfin, les dernières ramifications des *veines*, qui s'anastomosent fréquemment, et constituent, à proprement parler, le réseau de la feuille, sont appelées *veinules* (*venulæ*).

Les *nervures*, malgré la ressemblance de leur nom, n'ont aucune analogie de structure ou d'usage avec les *nerfs* des animaux. Ce sont des faisceaux de *vaisseaux ponctués*, de *trachées* et de *fausses trachées*, enveloppés d'une certaine quantité de tissu cellulaire.

Quelquefois les *nervures* se prolongent au delà de la circonférence du *disque* de la feuille, et forment alors, quand elles ont une certaine rigidité, des épines plus ou moins acérées, comme on le voit, par exemple, dans le houx (*ilex aquifolium*).

Leur disposition.

La disposition des nervures sur les feuilles mérite la plus grande attention. En effet, elle peut servir à caractériser certaines divisions des végétaux. Ainsi, par exemple, dans la plupart des *Monocotylédons*, les nervures sont presque toujours simples, peu ramifiées, et souvent parallèles entre elles [1]. Dans les *Dicotylédons*, elles peuvent offrir cette disposition; mais elles sont le plus fréquemment très ramifiées et anastomosées entre elles.

On peut rapporter aux suivantes les variétés les plus remarquables de la disposition des nervures :

1° Les nervures peuvent partir toutes de la base de la feuille,

[1] Les Aroïdées et certaines Asparaginées font exception à cette règle presque constante.

et se diriger vers son sommet, sans éprouver de division sensible : par exemple, dans un grand nombre de plantes monocotylédonées.

Les feuilles qui présentent une semblable disposition sont appelées *feuilles basinerves* ou *digitinerves* (*folia basinervia, digitinervia*).

2° Quand, au contraire, les nervures naissent des côtés de la *nervure médiane*, et se dirigent, soit horizontalement, comme dans le bananier (*musa paradisiaca*), soit obliquement vers son sommet, comme dans l'*Amomum zerumbet*, les feuilles prennent le nom de *latérinerves* ou *penninerves* (*folia laterinervia, penninervia*).

3° Si les nervures naissent à la fois de la base et des parties latérales de la *nervure médiane*, les feuilles sont dites alors *mixtinerves* (*folia mixtinervia*), comme on l'observe dans beaucoup de Nerpruns.

4° Quelquefois les nervures partent toutes en divergeant du centre de la feuille vers la circonférence, on dit alors que les feuilles sont *peltinerves* (*folia peltinervia*); par exemple dans l'écuelle d'eau (*hydrocotyle vulgaris*), la capucine, etc.

Toutes les autres dispositions que les nervures des feuilles sont susceptibles d'offrir peuvent se rapporter à quelqu'un des types principaux que nous venons d'établir, ou n'en sont que de légères modifications.

Mode d'adnexion de la feuille à la tige.

Une feuille, sessile ou pétiolée, peut être fixée de différentes manières à la tige ou aux branches qui la supportent. Quelquefois elle y est simplement *articulée*, c'est à dire qu'elle ne fait pas immédiatement corps avec elles par toute sa base, mais y est simplement fixée par une sorte de rétrécissement ou d'articulation, comme dans le platane, le marronnier d'Inde. Ces feuilles sont alors *caduques*, et tombent de très bonne heure.

D'autres fois la feuille est tellement unie à la tige, qu'elle ne peut s'en séparer sans déchirure. Dans ce cas, ces feuilles persistent aussi long-temps que les branches qui les supportent, comme dans le lierre, etc.

La manière dont les feuilles *sessiles* sont attachées à la tige mérite également d'être étudiée.

Ainsi, quelquefois la nervure médiane s'élargit, et embrasse la tige dans environ la moitié de sa circonférence. Les feuilles sont alors appelées *semi-amplexicaules* (*folia semi-amplexicaulia*).

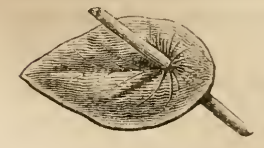
On dit au contraire de la feuille qu'elle est *amplexicaule* (*folium amplexicaule*) quand elle embrasse la tige dans toute sa circonférence : par exemple dans le salsifis sauvage (*tragopogon pratense*), le pavot blanc (*papaver somniferum*), etc.

Souvent encore la base de la feuille se prolonge en formant une gaîne qui circonscrit entièrement la tige et l'enveloppe dans une certaine longueur. Dans ce cas, ces feuilles sont nommées *engaînantes* (*folia vaginantia*), comme dans les Graminées, les Cypéracées, etc. Cette gaîne peut être regardée comme un pétiole très élargi, dont les deux bords se sont quelquefois soudés pour former une espèce de tube. Le point de réunion du limbe de la feuille et de la gaîne a reçu le nom de *collet*. Tantôt il est nu, tantôt garni de poils, comme dans le *poa pilosa*, ou d'un petit appendice membraneux nommé *ligule* ou *collure :* c'est ce que l'on observe principalement dans les Graminées. La forme de la *ligule* est très variée dans les différentes espèces, et fort souvent elle est employée comme un bon caractère spécifique.

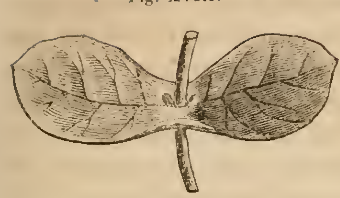
La gaîne est ordinairement *entière;* d'autres fois elle est *fendue* longitudinalement : ce caractère distingue, à très peu d'exceptions près, la famille des Graminées de celle de Cypéracées; les premières ayant, en général, la gaîne fendue, tandis qu'elle est entière dans les Cypéracées.

Quelquefois le *limbe* de la feuille, au lieu de se terminer à son point d'origine sur la tige, se prolonge plus ou moins bas sur cet organe, où il forme des espèces d'ailes membraneuses. Dans ce cas, les feuilles sont dites *décurrentes* (*folia decurrentia*), et la tige est appelée *ailée* (*caulis alatus*), comme dans le bouillon-blanc (*verbascum thapsus*), la grande consoude (*symphytum officinale*), etc.

Fig. XVII.



On nomme feuille *perfoliée* (*folium perfoliatum*) (Fig. XVII) celle dont le disque est en quelque sorte traversé par la tige, comme dans le *bupleurum rotundifolium*, etc.


Fig. XVIII.

On a donné le nom de feuilles *connées* ou *conjointes* (*folia connata, coadnata*) (Fig. XVIII) aux feuilles opposées qui se réunissent ensemble par leur base, de manière que la tige passe au milieu de leurs limbes soudés; telles sont les feuilles supérieures du chèvrefeuille (*lonicera caprifolium*), celles du chardon à foulon (*dipsacus fullonum*), de la saponaire (*saponaria officinalis*).

Feuille simple.

On appelle feuille *simple* (*folium simplex*) celle dont le *pétiole* n'offre aucune division sensible, et dont le *limbe* est formé d'une seule et même pièce : par exemple, le lilas, le tilleul, l'orme, etc.

Feuille composée.

La feuille *composée,* au contraire (*folium compositum*), résulte de l'assemblage d'un nombre plus ou moins considérable de petites feuilles isolées et distinctes les unes des autres, qu'on appelle *folioles,* toutes fixées ou réunies sur les parties latérales, ou au sommet d'un *pétiole commun,* qui, dans le premier cas, porte le nom de *rachis.* Chaque *foliole* peut être *sessile* sur le *rachis*, c'est à dire attachée par la base seulement de sa nervure moyenne; ou bien elle peut être portée sur un petit *pétiole* particulier, qui prend le nom de *pétiolule :* telles sont les feuilles de l'acacia, du marronnier d'Inde, etc.

On distingue les feuilles *composées* en *articulées* et en *non articulées.* Les premières sont celles dont les *folioles* sont fixées au *pétiole commun* au moyen d'une sorte d'articulation susceptible de mobilité, comme on l'observe dans l'acacia, les casses, et en général dans la plupart des plantes de la famille des Légumineuses. Ce sont les seules dans lesquelles ait lieu le phénomène que Linnæus désigne sous le nom de *sommeil des feuilles*, les autres, qui sont privées d'articulations, ne le présentant pas.

Entre la feuille *simple* et la feuille *composée*, il existe une série de modifications qui servent en quelque sorte à établir le passage insensible de l'une à l'autre. Ainsi, il y a d'abord des feuilles *dentées;* d'autres qui sont divisées jusqu'à la moitié de leur profondeur en lobes distincts; d'autres enfin dont les incisions parviennent presque jusqu'à la *nervure médiane* , et simulent ainsi une

feuille composée. Mais il sera toujours facile de les bien distinguer de la feuille vraiment *composée*, en remarquant que dans celle-ci on pourra détacher chacune des pièces dont elle est formée sans endommager aucunement les autres ; tandis que dans une feuille *simple*, quelque profondément divisée qu'elle soit, la partie foliacée, ou le *limbe* de chaque division, se continue à sa base avec les divisions voisines, en sorte qu'on ne peut en séparer une sans déchirer les deux autres, entre lesquelles elle se trouve placée [1].

Toutes les *feuilles* d'une plante ne présentent pas toujours une figure parfaitement semblable. Il y a même à cet égard, dans certains végétaux, une différence des plus marquées. Ainsi, tout le monde a dû observer que le lierre (*hedera helix*), le mûrier à papier, etc., offrent des feuilles entières, et d'autres qui sont profondément lobées. En général, les plantes qui ont des feuilles partant immédiatement de la racine, et d'autres naissant des différens points de la tige, les ont rarement semblables. La valériane phu a les *feuilles radicales* découpées latéralement, tandis que les feuilles de sa tige sont *entières*.

Les feuilles varient encore suivant le milieu dans lequel elles végètent. Les plantes aquatiques ont ordinairement deux espèces de feuilles; les unes nageant à la surface de l'eau, ou un peu élevées au dessus de son niveau ; les autres, au contraire, constamment plongées dans ce liquide. Ainsi, par exemple, la renoncule aquatique (*ranunculus aquatilis*) a des feuilles lobées qui surnagent, et des feuilles divisées en lanières extrêmement étroites et très nombreuses, plongées dans l'eau. Il en est de même d'un grand nombre d'autres plantes analogues.

Nous allons considérer maintenant les nombreuses modifications de *figure*, de *direction*, de *nature*, etc., que peuvent présenter la feuille simple et la feuille composée.

[1] On peut encore reconnaître une feuille composée en ce que chacune de ses folioles a une base rétrécie, et ne s'attache au rachis que par sa nervure moyenne ou le pétiole qui le continue ; tandis qu'une feuille simple, même profondément divisée, s'y attache toujours par une portion plus ou moins large de sa partie foliacée.

§ I. *De la feuille simple.*

A. Relativement au lieu d'où elles naissent, les feuilles sont : D'où elles naissent.

1° *Séminales* (*folia seminalia*), quand elles sont formées par le développement du corps cotylédonaire. D'après cela, on voit qu'il peut en exister une ou deux, très rarement un plus grand nombre.

2° *Primordiales* (*fol. primordialia*) : ce sont les premières qui se développent après les feuilles séminales. Elles sont formées par les deux folioles extérieures de la *gemmule.*

3° *Radicales* (*fol. radicalia*); celles qui naissent immédiatement du collet de la racine, comme dans le plantain (*plantago major*), le pissenlit (*taraxacum dens leonis*), etc.

4° *Caulinaires* (*fol. caulinaria*), celles qui sont fixées sur la tige.

5° *Ramaires* (*fol. ramealia, ramea*), quand elles naissent sur les rameaux.

6° *Florales* (*fol. floralia*); celles qui accompagnent les fleurs et sont placées à leur base, mais qui n'ont pas changé de forme ni de nature, comme dans le chèvre-feuille. Quand les feuilles florales diffèrent beaucoup des autres feuilles, elles portent alors le nom de *bractées.* Nous parlerons bientôt des bractées, en traitant des organes floraux.

B. Suivant leur *disposition* sur la tige ou les rameaux, elles sont : Leur disposition.

1° *Opposées* (*fol. opposita*), disposées une à une à la même hauteur sur deux points diamétralement opposés de la tige, comme dans la sauge (*salvia officinalis*), et toutes les Labiées, la véronique (*veronica officinalis*), le lilas, etc.

On dit des feuilles qu'elles sont *opposées en croix* (*cruciatim opposita, s. decussata*), quand les paires de feuilles superposées se croisent de manière à former des angles droits, comme dans l'épurge (*euphorbia lathyris*).

2° *Verticillées* (*fol. verticillata*), lorsqu'elles naissent plus de deux à la même hauteur, autour de la tige, ou sur les rameaux, comme dans le laurier-rose (*nerium oleander*), la garance (*rubia tinctorum*), etc.

Suivant le nombre des feuilles qui forment chaque *verticille*, on dit qu'elles sont :

Ternées (*fol. terna*), quand le verticille est formé de trois feuilles, comme dans la verveine à odeur de citron (*verbena triphylla*), le laurier-rose, etc.

Quaternées (*fol. quaterna*), quand le verticille est composé de quatre feuilles : par exemple dans la croisette (*valantia cruciata*).

Quinées (*fol. quina*), verticille de cinq feuilles : plusieurs caille-laits, le *myriophyllum verticillatum*.

Senées (*fol. sena*), verticille de six feuilles, comme dans le *galium uliginosum*.

Octonées (*fol. octona*), verticille de huit feuilles : par exemple celle de l'aspérule odorante (*asperula odorata*).

3° *Alternes* (*fol. alterna*), naissant, seule à seule, en échelons et à des distances à peu près égales, sur différens points de la tige, comme dans le tilleul (*tilia europœa*).

4° *Eparses* (*fol. sparsa*), quand elles n'affectent aucune disposition régulière, et qu'elles sont en quelque sorte dispersées sans ordre sur la tige, comme dans la linaire (*linaria vulgaris*), etc.

Il ne faut pas croire cependant que, comme semble l'indiquer le nom d'*éparses*, les feuilles ainsi disposées n'offrent aucune régularité dans leur position. Grew, et plusieurs autres botanistes très anciens, mais surtout Bonnet, avaient déjà fait remarquer que les feuilles *alternes* ou éparses n'étaient que des feuilles disposées en spirale autour de la tige ; de telle sorte que dans le plus grand nombre des cas, en suivant les feuilles superposées sur une tige, on voit que la cinquième correspond à la première, la sixième à la seconde, et ainsi de suite. D'où il résulte que chaque spirale se compose de cinq feuilles. On a aussi donné, à cette disposition quinaire des feuilles qui est la plus fréquente, le nom de *feuilles en quinconce*.

Quelquefois cependant les feuilles sont disposées de telle sorte que la troisième se trouve naître au dessus de la première, la quatrième au dessus de la seconde. Dans ce cas, les feuilles sont régulièrement disposées de chaque côté de la tige, et on les nomme *feuilles distiques*, comme dans l'orme.

Il arrive au contraire que dans d'autres végétaux la spirale se compose d'un nombre plus considérable de feuilles. Ainsi, quelquefois, chaque spirale exige six, sept, huit, et même un bien plus grand nombre de feuilles pour être complétée.

Nous devons également faire remarquer que dans certains végétaux plusieurs spirales marchent parallèlement les unes à côté des autres, comme dans le *pandanus*, par exemple, qui en offre trois.

M. le docteur Braun a publié (*Nov. act. nat. curios.*, Bonn, XV, page 197) un travail très curieux et très étendu sur cette disposition spirale non seulement des feuilles sur la tige, mais des écailles qui composent les involucres, les cônes des pins et des sapins, etc., écailles qui ne sont que des feuilles modifiées, comme nous le montrerons plus tard. Un extrait de ce mémoire, par M. Martins, a été imprimé dans les *Archives de botanique* (année 1833). Il est important, comme le remarque M. Braun, non seulement d'observer de combien de feuilles la spirale complète se compose, c'est à dire quel est le rang dans la spire ascendante de la feuille qui correspond à la première, mais encore de déterminer combien de fois les feuilles intermédiaires, entre la première et la dernière, font le tour complet de la tige. Pour éclairer ce point, prenons pour exemple la disposition la plus fréquente, la disposition quinconciale, celle dans laquelle la sixième feuille correspond à la première. Dans ce cas, les quatre feuilles intermédiaires pourraient être disposées de manière à ne faire qu'un seul tour en hélice autour de la tige, ou en faire deux ou même trois, selon que la spire monterait plus ou moins rapidement. Ces différences sont importantes et ont besoin d'être notées. M. Braun les exprime en combinant deux nombres, le premier indiquant le nombre de tours de la tige pour se compléter, et le second le nombre des feuilles qui composent la spire. Ainsi 2/5 exprime la disposition quinconciale dans laquelle la spire se compose de cinq feuilles, faisant deux fois le tour de la tige pour se compléter ; 1/2 est la disposition distique dans laquelle la spire se compose de deux feuilles formant un seul cercle autour de la tige.

En poursuivant ce genre de recherches, on peut arriver à des

nombres assez compliqués, mais qui sont d'autant moins constans qu'ils s'élèvent davantage. Ainsi 3/8 est une disposition encore assez fréquente; c'est celle du lis, du laurier, etc. 8/21 est plus rare; c'est celle des écailles du sapin, *abies taxifolia* 21/55 s'observe dans les écailles du cône du *pinus pinaster*.

Cette disposition spirale des feuilles sur la tige paraît avoir pour objet de permettre que toutes les feuilles soient exposées à l'action directe de la lumière solaire, qui exerce, comme on sait, une si grande influence dans les phénomènes de la nutrition.

5° *Géminées* (*fol. gemina*), naissant deux à deux, l'une à côté de l'autre, du même point de la tige. Les feuilles supérieures de la belladone (*atropa belladona*), de l'alkékenge (*Physalis alkekengi*).

6° *Distiques* (*fol. disticha*), disposées sur deux rangs opposés l'un à l'autre, comme dans l'orme.

7° *Unilatérales* (*fol. unilateralia*), quand elles sont tournées toutes d'un seul et même côté; par exemple le *convallaria multiflora*, etc.

8° *Ecartées* (*fol. remota*), quand elles sont très éloignées les unes des autres.

9° *Rapprochées* (*fol. approximata*, *conferta*), naissant à une très petite distance les unes des autres.

(Ces deux expressions ne s'emploient jamais isolément; elles servent toujours à exprimer une comparaison avec d'autres espèces connues.)

10° *Imbriquées* (*fol. imbricata*), quand elles se recouvrent en partie, à la manière des tuiles d'un toit, comme dans certaines espèces d'aloès, les *thuya*, etc.

On dit des feuilles *imbriquées* qu'elles sont *bisériées*, quand elles sont disposées sur deux lignes longitudinales.

Trisériées (*fol. triseriata*), disposées sur trois rangées longitudinales.

Quadrisériées (*fol. quadriseriata*), formant quatre séries longitudinales; telles sont celles du thuya.

Enfin on dit qu'elles sont *imbriquées* de tous côtés, quand elles n'offrent aucun ordre régulier.

11° *Fasciculées* (*fol. fasciculata*), naissant plus de deux en-

semble du même point de la tige, comme dans le cerisier (*cerasus communis*), le mélèse (*larix vulgaris*), l'épine-vinette (*berberis vulgaris*), etc. Le plus souvent les feuilles fasciculées sont produites par un rameau qui ne s'est pas alongé.

12° *Couronnantes* (*fol. coronantia, terminantia*), réunies en forme de bouquet, au sommet de la tige, comme dans les Palmiers, le papayer (*carica papaya*).

13° *Roselées* ou *en rosette* (*fol. rosellata*), alternes et rapprochées en forme de rosace, comme dans la joubarbe (*sempervivum tectorum*), le pissenlit, etc.

Direction.

C. Quant à leur direction relativement à la tige, les feuilles sont :

1° *Dressées* (*fol. erecta*), formant un angle très aigu avec la partie supérieure de la tige, comme dans la massette (*typha latifolia*).

2° *Apprimées* (*fol. adpressa*), quand le limbe de la feuille est appliqué contre la tige.

3° *Étalées* ou *ouvertes* (*patentia*), quand elles forment avec la tige un angle presque droit, comme dans le lierre terrestre (*glechoma hederacea*), l'androsème (*hypericum androsæmum*), etc.

4° *Infléchies* (*fol. inflexa*), quand elles sont fléchies en dedans, comme celles de plusieurs Malvacées.

5° *Involutées* (*fol. involuta*), lorsqu'elles sont roulées en crosse : telles sont celles des Fougères.

6° *Réfléchies* (*fol. reflexa*), celles qui sont rabattues brusquement en dehors, comme dans l'*inula pulicaria*, le *dracæna reflexa*, etc.

7° *Révolutées* (*fol. revoluta*), roulées en dehors.

8° *Pendantes* (*fol. pendentia*), celles qui s'abaissent presque perpendiculairement vers la terre, comme dans le liseron des haies (*convolvulus sepium*), le daphné lauréole (*daphne laureola*).

9° *Inverses* (*fol. inversa*), quand le pétiole se tord de manière que la face inférieure devient supérieure, comme dans le *pharus*.

10° *Humifuses* (*fol. humifusa*), quand elles sont radicales, molles et étalées sur la terre, comme dans la pâquerette (*bellis perennis*).

11° *Nageantes* (*fol. natantia*), se soutenant sur l'eau, le nénuphar (*nymphœa alba*).

12° *Submergées* (*fol. submersa, demersa*), cachées sous l'eau : celles de l'*hottonia palustris*.

13° *Émergées* (*fol. emersa*), quand leur point d'attache est sous l'eau, et que leur pétiole les élève au dessus du liquide, comme celles du plantain d'eau (*alisma plantago*), de la sagittaire (*sagittaria sagittæfolia*).

Figure. *D*. Circonscription ou figure.

1° *Orbiculées* (*fol. orbiculata*), celles dont la circonférence approche de la figure d'un cercle, comme l'écuelle d'eau (*hydrocotyle vulgaris*).

Fig. XIX. Fig. XX.



2° *Ovales* [1] (*fol ovalia*), (Fig. XIX) alongées, arrondies aux deux extrémités, l'extrémité inférieure étant plus large : exemples, l'aunée (*inula helenium*), le mouron des oiseaux (*alsine media*), la grande pervenche (*vinca major*).

3° *Obovales* (*fol. obovalia* [2]), (Fig. XX) la précédente renversée, c'est à dire que la grosse extrémité est tournée en haut, comme dans la busserole (*arbutus uva ursi*), le *samolus valerandi*, etc.

Fig. XXI. Fig. XXII.



4° *Elliptiques* [3] (*fol. elliptica*), Fig. XXI) alongées, les deux extrémités égales entre elles, tantôt obtuses, tantôt aiguës, comme dans le muguet (*convallaria maialis*).

5° *Oblongues* (*fol. oblonga*), elliptiques, très alongées et étroites.

6° *Lancéolées* (*fol. lanceolata*), (Fig. XXII) oblongues, et finissant insensiblement en pointe vers le sommet : *plantago lanceolata*, le laurier-rose (*nerium oleander*), le pêcher (*amygdalus persica*).

[1] La figure ovale est celle qu'on obtient par la section oblique d'un cône.

[2] *Obovalia*, par abréviation de *observè ovalia*.

[3] La figure elliptique est celle que l'on obtient par la section oblique d'un cylindre.

7° *Linéaires* (*fol. linearia*), lancéolées, mais étroites et alongées : la plupart des Graminées.

8° *Rubanaires* ou *en ruban* (*fol. fasciaria, graminea*) un peu plus larges que les précédentes, mais bien plus alongées : la *valisneria spiralis*, le *typha latifolia*.

9° *Subulées* ou *en alène* (*fol. subulata*), très étroites à leur base, et rétrécies insensiblement en une pointe aiguë au sommet : le genévrier (*juniperus communis*).

10° *Aciculées* et *sétacées* (*fol. acicularia, setacea*), alongées, raides et aiguës, ayant quelque ressemblance avec des aiguilles ou des soies de cochon : par exemple, celles de l'*asparagus acutifolius*, des pins, etc.

11° *Capillaires* (*fol. capillaria*), déliées et flexibles comme des cheveux : celles de l'asperge (*asparagus officinalis*), etc.

12° *Filiformes* (*fol. filiformia*), minces, grêles, très déliées comme un fil : exemple, la renoncule aquatique (*ranunculus aquatilis*).

Fig. XXIII. Fig. XXIV.



13° *Spatulées* ou *en forme de spatule* (*fol. spatulata*), (Fig. XXIII), étroites à la base, larges et arrondies à leur sommet : la pâquerette (*Bellis perennis*).

14° *Cunéaires*, ayant la figure d'un coin (*fol. cuneata*), (Fig. XXIV) très étroites à la base, s'élargissant jusqu'au sommet, qui est comme tronqué : exemple, le *saxifraga tridentata*, etc.

15° *Paraboliques* (*fol. parabolica*), oblongues, arrondies du haut, et comme tronquées du bas.

16° *Falquées* (*fol. falcata*), ou *en fer de faux : bupleurum falcatum*, etc.

17° *Inéquilatères* (*fol. inæquilatera*), quand la nervure médiane partage la feuille en deux moitiés inégales : par exemple, dans le tilleul, le *begonia obliqua*, le séné, etc.

E. Les feuilles peuvent être diversement échancrées à leur base; ce qui leur donne des figures variées. Ainsi, on dit qu'elles sont : Base.

Fig. XXV.



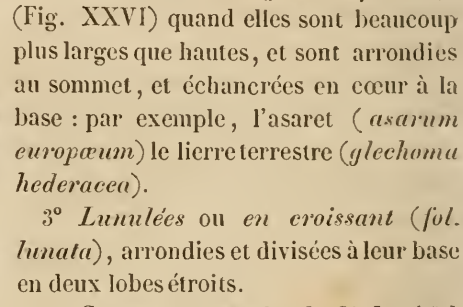
1° *Cordées*, ou *en cœur*, ou *cordiformes* (*fol. cordata, cordiformia*), (Fig. XXV) quand elles sont échancrées à leur base, de manière à représenter deux lobes arrondis, et qu'elles se terminent supérieurement en s'amincissant, comme dans le *tamus communis*, le nénuphar (*nymphæa alba*), etc.

Les feuilles *cordiformes* peuvent être en même temps *obliques* ou *inéquilatères* (*obliquè cordata*), comme dans le tilleul, etc.

2° *Rénaires* ou *réniformes*, en forme de rein (*fol. reniformia*),

Fig. XXVI.





(Fig. XXVI) quand elles sont beaucoup plus larges que hautes, et sont arrondies au sommet, et échancrées en cœur à la base : par exemple, l'asaret (*asarum europæum*) le lierre terrestre (*glechoma hederacea*).

3° *Lunulées* ou *en croissant* (*fol. lunata*), arrondies et divisées à leur base en deux lobes étroits.

Fig. XXVII.

4° *Sagittées* ou *en fer de flèche* (*fol. sagittata*), quand elles sont aiguës, et que leur base est prolongée en deux lobes pointus, peu divergens : exemple, la sagittaire (*sagittaria sagittæfolia*). (Fig. XXVII.)

5° *Hastées* (*fol. hastata*), à base prolongée en deux lobes aigus, très écartés et rejetés en dehors, comme l'*arum maculatum*, etc.

Sommet.

F. Les feuilles peuvent être terminées de diverses manières à leur *sommet*. De là elles prennent les noms de :

1° *Aiguës* (*fol. acuta*), quand elles s'amincissent insensiblement en pointe à leur sommet, comme celles du laurier-rose.

2° *Piquantes* (*fol. pungentia*), terminées par une pointe raide, comme dans le landier (*ulex europæus*), le petit houx (*ruscus aculeatus*).

3° *Acuminées* (*fol. acuminata*), quand, vers le sommet, leurs deux bords changent de direction et se prolongent en se rapprochant, comme dans le coudrier (*corylus avellana*), le cornouiller (*cornus mascula*).

4° *Mucronées* (*fol. mucronata*), surmontées d'une petite pointe grêle et isolée, qui ne paraît pas faire suite au sommet de la feuille : dans la joubarbe des toits (*sempervivum tectorum*).

5° *Uncinées* (*fol. uncinata*), terminées par une pointe recourbée en crochet.

6° *Obtuses* (*fol. obtusa*), terme général mis en opposition à celui de feuilles aiguës : comme celles du *nymphœa alba*, etc.

7° *Echancrées* (*fol. emarginata*), offrant à leur sommet un sinus rentrant en forme de crénelure, comme le buis (*buxus sempervirens*), l'azaret (*azarum europæum*).

8° *Rétuses* (*fol. retusa*), offrant un sinus peu profond, comme la busserole (*vaccinium vitis idæa*).

9° *Obcordées* (*fol. obcordata*[1]), en cœur renversé : les folioles de l'alléluia (*oxalis acetosella*).

10° *Bifides* (*fol. apice bifida*), fendues au sommet en deux lanières aiguës, peu profondes.

11° *Bilobées* (*fol. apice biloba*), quand les deux divisions sont séparées par un sinus obtus.

12° *Bipartites* (*fol. apice bipartita*), quand les deux divisions sont très profondes et aiguës.

G. Les feuilles peuvent offrir, dans leur *contour*, des angles plus ou moins nombreux, plus ou moins marqués, ce qui leur donne des figures particulières ; ainsi on les appelle : 

Fig. XXVIII



1° *Rhomboïdales* (*fol. rhomboidea*) (Fig. XXVIII), quand elles présentent quatre angles, dont deux opposés plus aigus : exemple, *Campanula rhomboidalis*, etc.

2° *Deltoïdes* (*fol. deltoidea*), quand elles ont la figure d'un rhomboïde, dont l'angle inférieur est très court, en sorte qu'elles paraissent comme triangulaires, ou approchant de la forme du *delta* des Grecs : exemple, le *mesembryanthemum deltoides*.

[1] *Obcordata*. Ce mot est employé par abréviation pour *obversè cordata*.


Fig. XXIX.

3° *Trapézoïdes* (*fol. trapezoidea*), ayant la figure d'un trapèze, c'est à dire d'un quadrilatère dont les quatre côtés sont inégaux : par exemple plusieurs *Fougères*, *adianthum trapeziforme*, le peuplier noir (Fig. XXIX).

4° *Triangulées* (*fol. triangulata*), offrant trois angles saillans.

5° *Quadrangulées* (*fol. quadrangulata*).

Incisions du limbe.

II. Les feuilles *simples*, comme nous l'avons dit précédemment, peuvent offrir des incisions plus ou moins profondes, sans pour cela devoir être considérées comme *composées*. Ainsi elles peuvent être :

1° *Trifides* (*fol. trifida*),
2° *Quadrifides* (*fol. quadrifida*),
3° *Quinquéfides* (*fol. quinquefida*),
4° *Sexfides* (*fol. sexfida*),
5° *Multifides* (*fol. multifida*),

quand elles présentent trois, quatre, cinq, six ou un plus grand nombre de divisions étroites et peu profondes.

6° *Trilobées* (*fol. trilobata*),
7° *Quadrilobées* (*fol. quadrilobata*),
8° *Quinquélobées* (*fol. quinquelobata*),
9° *Multilobées* (*fol. multilobata*),

lorsque les divisions sont plus larges, et séparées par des sinus obtus.

10° *Tripartites* (*fol. tripartita*),


Fig. XXX.

11° *Quadripartites* (*fol. quadripartita*),
12° *Quinquépartites* (*fol. quinquepartita*),
13° *Multipartites* (*fol. multipartita*), si les incisions sont assez profondes pour arriver jusqu'aux deux tiers au moins du *limbe* de la feuille.

14° *Laciniées* (*fol. laciniata*), celles dont les divisions sont profondes et manifestement inégales, comme dans beaucoup de *Synanthérées*. (Fig. XXX.)

15° *Palmées* (*fol. palmata*), quand toutes les nervures, partant en rayonnant du sommet du pétiole, se

Fig. XXXI.



dirigent chacune vers le milieu des divisions, comme dans le ricin (*ricinus communis*). (Fig. XXXI.)

16° *Auriculées* (*fol. auriculata*), offrant à leur base deux petits appendices qu'on nomme *oreillettes*, comme dans la sauge officinale (*salvia officinalis*), la scrofulaire aquatique (*scrophularia aquatica*), etc.

17° *Pandurées* ou *Panduriformes* (*fol. pandurata, panduriformia*), approchant de la figure d'un violon, c'est à dire alongées, arrondies aux deux extrémités, et présentant deux sinus latéraux rentrans : par exemple, dans le *convolvulus panduratus*, le *rumex pulcher*, etc.

Fig. XXXII. Fig. XXXIII.



18° *Sinuées* (*fol. sinuata*), quand elles présentent une ou plusieurs échancrures arrondies, ou sinus en nombre déterminé.

19° *Sinueuses* (*fol. sinuosa*) (Fig. XXXII), présentant des sinus arrondis et des saillies également arrondies et convexes, en nombre indéterminé : dans le chêne (*quercus robur*).

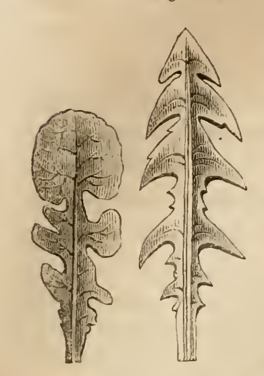
20° *Pinnatifides* (*fol. pinnatifida*) (Fig. XXXIII), divisées latéralement en lobes plus ou moins profonds, comme dans le *polypodium vulgare*, le *coronopus ruellii*.

21° *Interrompues* (*fol. interruptè-pinnatifida*), ce sont celles dont les divisions supérieures sont confluentes par leur base, tandis que les inférieures sont entièrement libres ; en sorte que ces feuilles représentent supérieurement une feuille pinnatifide, et inférieurement une feuille pinnée : mais on ne peut les confondre avec les feuilles vraiment composées.

22° *Pectinées* ou *en forme de peigne* (*fol. pectinata*), feuilles pinnatifides, dont les divisions sont étroites, rapprochées et presque parallèles : par exemple, dans l'*achillœa pectinata*.

23° *Lyrées* (*fol. lyrata*), feuilles laciniées, terminées par un lobe arrondi, beaucoup plus considérable que les autres, comme

Fig. XXXIV. Fig. XXXV.



dans la benoite (*geum urbanum*), le radis sauvage (*raphanus Raphanistrum*), etc. (Fig. XXXIV.)

25° *Roncinées* (*fol. runcinata*), feuilles pinnatifides, dont les lobes latéraux sont aigus et recourbés en bas : par exemple celles du pissenlit (*taraxacum dens leonis*), du *prenanthes muralis*, etc. (Fig. XXXV.)

Contour.

I. Quant à leur *contour,* ou aux modifications que présente le *bord* même, les feuilles sont :

1° *Entières* (*integra*), quand leur bord se continue sans présenter ni dents, ni incisions, ni sinus : exemple, la pervenche (*vinca major*), le lilas, etc.

2° *Érodées* (*fol. erosa*), présentant de petites dentelures inégales, en sorte que le bord de la feuille semble avoir été rongé par un insecte : comme celles du *sinapis alba*, etc.

3° *Crénelées* (*fol. crenata*), dont le bord offre des crénelures ou petites parties saillantes, arrondies, séparées par des angles rentrans : par exemple, dans le lierre terrestre (*glechoma hederacea*), le marrube blanc (*marrubium vulgare*), la bétoine (*betonica officinalis*).

4° *Doublement crénelées* (*fol. duplicato-crenata*), quand chaque crénelure principale en offre de plus petites, comme dans le *chrysosplenium alternifolium* et l'*hydrocotyle vulgaris.*

5° *Dentées* (*fol. dentata*), dont le bord est découpé en petites dents aiguës, ne s'inclinant ni vers le sommet, ni vers la base de la feuille : exemple, l'alliaire (*erysimum alliaria*), le séneçon (*senecio vulgaris*), etc.

6° *Serrées* ou *Dentées en scie* (*fol. serrata*), quand les dents sont inclinées vers le sommet de la feuille : comme dans la violette (*viola odorata*), la viorne (*viburnum lantana*) etc.,

7° *Doublement serrées* (*fol. duplicato-serrata*), dont chaque dent est elle-même serrée : comme dans le coudrier (*Corylus avellana*), l'orme (*ulmus campestris*).

8° *Epineuses* (*fol. margine spinosa*), bordées de dents raides, aiguës et piquantes : comme dans le houx (*ilex aquifolium*), beaucoup de chardons.

9° *Ciliées* (*fol. ciliata*), ayant le bord garni de poils disposés en série comme les cils des paupières : par exemple, dans l'*erica tetralix*, la *luzula vernalis*, etc.

K. Expansion. Expansion.

Les feuilles peuvent être :

1° *Planes* (*fol. plana*), quand leur surface n'est ni concave ni convexe : celles de la plupart des plantes.

2° *Convexes* (*fol. convexa*), quand elles sont bombées par leur surface supérieure.

3° *Concaves* (*fol. concava*), bombées par leur face inférieure, de manière à ce que la supérieure présente une cavité, comme dans le nélumbo, l'écuelle d'eau.

4° *Gladiées* ou *Ensiformes* (*fol. ensiformia*), comprimées fortement sur leurs parties latérales, en sorte que leurs faces sont devenues latérales, et leurs bords postérieur et antérieur, comme dans l'*iris germanica*, etc.

5° *Striées* (*fol. striata*), offrant des stries en différens sens.

6° *Onduleuses* (*fol. undulosa*), offrant des saillies et des enfoncemens irréguliers, qu'on a comparés aux ondulations de l'eau agitée : la rhubarbe ondulée (*rheum undulatum*), le chou.

L. Superficie. Superficie.

1° *Luisantes* (*fol. lucida*), ayant leur surface unie et réfléchissant la lumière : le laurier-cerise, le lierre.

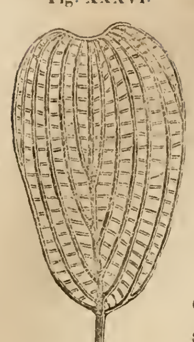
2° *Unies* (*fol. lævia*), n'offrant aucune saillie ni aspérités : le *nymphæa*, etc.

3° *Glabres* (*fol. glabra*), dépourvues de toute espèce de poils : la petite centaurée (*erythræa centaurium*), le laurier-rose.

4° *Pertuses* (*fol. pertusa*), percées de trous très sensibles : *dracontium pertusum*.

5° *Cancellées* (*fol. cancellata*), quand le parenchyme n'existe pas, et qu'elles sont simplement formées par les ramifications des

Fig. XXXVI.



nervures fréquemment anastomosées, et représentant une sorte de treillage, comme celle de l'*hydrogeton fenestralis*. (Fig. XXXVI.)

6° *Glanduleuses* (*fol. glandulosa*), offrant à leur surface de petites *glandes*.

7° *Scabres* (*fol. scabra*), rudes au toucher: l'orme (*ulmus campestris*), le grémil (*lithospermum officinale*), etc.

8° *Glutineuses* (*fol. glutinosa*), offrant, quand on les touche, une viscosité plus ou moins grande : *inula viscosa*.

M. Pubescence. (Voy. ce que nous avons dit précédemment en parlant de la tige.)

Consistance. *N.* Consistance et tissu.

1° *Membraneuses* (*fol. membranacea*), n'ayant pas d'épaisseur sensible, molles et souples, comme celles de la grande aristoloche (*aristolochia sypho*).

2° *Scarieuses* (*fol. scariosa*), minces, sèches, demi-transparentes.

3° *Coriaces* (*fol. coriacea*), quand elles sont épaisses et qu'elles ont une certaine consistance : celles du gui (*viscum album*), du laurier-cerise, etc.

4° *Molles* (*fol. mollia*), ayant peu de solidité, et douces au toucher : l'épinard (*spinacia oleracea*), la guimauve (*althœa officinalis*).

5° *Raides* (*fol. rigida*), coriaces et résistant à la flexion : le petit houx (*ruscus aculeatus*).

6° *Charnues* (*fol. carnosa*) : la joubarbe des toits (*sempervirum tectorum*), et en général toutes les plantes grasses.

7° *Creuses* (*fol. fistulosa*) : l'ognon ordinaire (*allium cepa*).

Forme. *O.* Forme[1], c'est à dire épaisseur ou solidité notables.

[1] Il ne faut pas confondre, comme on le fait très souvent, la *forme* avec la *figure* d'un corps. La forme ne s'entend que des corps solides, c'est à dire de ceux qui présentent l'étendue, la largeur et l'épaisseur. La partie de la géométrie qui s'en occupe porte le nom de *stéréométrie*. Le terme de *figure* n'est applicable qu'aux corps plans, c'est à dire aux surfaces qui n'offrent que deux dimensions, la largeur et la longueur. On donne le nom de *planimétrie* à la par-

1° *Ovées* (*fol. ovata*), ayant la forme d'un œuf.

2° *Obovées* (*fol. obovata*), ayant la forme d'un œuf renversé.

3° *Conoïdales* (*fol. conoidea*), ayant la forme d'un cône.

4° *Cylindriques* (*fol. cylindrica, teretia*), ayant la forme d'un cylindre alongé : le *sedum album*, l'ognon.

5° *Linguiformes* (*fol. linguiformia*), ayant l'épaisseur et la forme d'une langue : la joubarbe des toits (*sempervivum tectorum*).

6° *Triquètres* (*fol. triquetra*), alongées en prisme à trois faces : le jonc fleuri (*butomus umbellatus*).

7° *Tétragones* (*fol. tetragona*), alongées en prisme à quatre faces : *gladiolus tristis*.

8° *Comprimées* (*fol. compressa*), épaisses, charnues, aplaties latéralement, ayant plus d'épaisseur que de largeur.

P. Coloration. Coloration.

1° *Vertes* (*fol. viridia*) : la plupart des feuilles.

2° *Colorées* (*fol. colorata*), d'une autre couleur que le vert.

3° *Glauques* (*fol. glauca*), celles qui sont d'une couleur vert de mer : *magnolia glauca*, le chou (*brassica oleracea*). Cette coloration est due à une couche légère d'une matière résineuse, semblable à celle qui recouvre certains fruits, et en particulier les prunes et les raisins. Un fait remarquable, c'est que les feuilles glauques ne sont pas susceptibles d'être mouillées quand on les trempe dans l'eau, ce qui démontre bien la nature résineuse de l'enduit qui leur donne la couleur glauque.

4° *Discolores* (*fol. discolora*), quand les deux faces ne sont pas de la même couleur. Ainsi dans la cymbalaire (*antirrhinum cymbalaria*), le cyclamen (*cyclamen europæum*), la face supérieure est verte, l'inférieure est pourprée.

5° *Tachetées* (*fol. maculata*), offrant des taches plus ou moins considérables, d'une couleur différente de celle de la feuille (*arum maculatum*.

tie de la géométrie qui traite de la figure des corps plans. Ainsi, un œuf a une forme *ovée*, une feuille plane, représentant la section longitudinale d'un œuf, a une figure *ovale*. On voit donc la nécessité de distinguer les expressions formaires des expressions figuraires.

6° *Incanes* (*fol. incana*), d'un blanc pur : *Achillæa incana.*

Pétiolation. Q. Pétiolation.

1° *Sessiles* (*fol. sessilia*) : le buis (*buxus sempervirens*), etc.

2° *Pétiolées* (*fol. petiolata*) : le platane, le poirier, l'abricotier.

Fig. XXXVII.



3° *Peltées* (*fol. peltata*), quand le pétiole s'insère au centre de la face inférieure des feuilles, et que les nervures partent de ce point en rayonnant vers la circonférence : comme dans la capucine (*tropæolum majus*), l'écuelle d'eau (*hydrocotyle vulgaris.*) (Fig. XXXVII.)

Quand les feuilles sont pourvues d'un pétiole, il ne faut pas négliger les caractères qu'on peut tirer de ses différentes modifications.

Ainsi, il peut être *cylindrique*, *comprimé*, *triquètre*, *filiforme, court*, *long*, etc. Nous n'avons pas besoin de donner ici l'explication de ces expressions, que nous avons déjà définies, pour la plupart, dans un autre lieu.

Le *pétiole* peut être tordu sur lui-même, comme dans plusieurs *Cucurbitacées*, etc.

Claviforme, en forme de massue (*p. claviformis*), quand il est renflé d'une manière manifeste à sa partie supérieure, comme dans la châtaigne d'eau (*trapa natans*).

Canaliculé, ou *creusé en gouttière* (*p. canaliculatus*), quand il est convexe à sa face externe, concave du côté de la tige : par exemple, dans beaucoup d'*Ombellifères.*

Ailé (*p. alatus*), quand le limbe de la feuille se prolonge sur lui de manière à former de chaque côté un appendice membraneux : par exemple dans l'oranger (*citrus aurantium*).

Dans les feuilles composées, le pétiole commun est quelquefois formé d'autant de pièces articulées et membraneuses qu'il y a de paires de folioles; c'est ce qu'on observe dans le *quassia amara* par exemple, et un grand nombre d'espèces d'inga.

Foliiforme, ou en forme de feuille (*foliiformis*), quand il est large, mince, et a l'aspect d'une feuille. Dans ce cas, il remplace fort souvent les véritables feuilles qui n'existent que dans les individus encore jeunes, et qui tombent à une certaine époque. Ainsi nous avons déjà dit que les prétendues feuilles simples des *mi-*

mosa de la Nouvelle-Hollande ne sont que des pétioles élargis et *foliiformes*, etc. On leur a donné le nom de *phyllodes*.

Le pétiole est quelquefois accompagné d'une gaîne membraneuse à laquelle on a donné le nom d'*ochrea*, et qui embrasse la tige dans toute sa circonférence. La présence de cette *ochrea* est un des meilleurs caractères pour distinguer les plantes qui appartiennent à la famille des Polygonées, qui en sont toutes pourvues.

B. Suivant leur durée sur la tige, on distingue les feuilles en : Durée.

1° *Caduques* (*fol. caduca*), lorsqu'elles tombent peu de temps après leur apparition, comme celles de beaucoup de *cactus*.

2° *Décidues* (*fol. decidua*), quand elles tombent avant une nouvelle foliation : celles du marronnier, du tilleul, etc.

3° *Marcescentes* (*fol. marcescentia*), lorsqu'elles se dessèchent sur la plante avant de tomber, comme celles du chêne.

4° *Persistantes* (*fol. persistentia*), celles qui restent sur le végétal plus d'une année : par exemple, dans les pins, le buis, le laurier-cerise, etc. Ces arbres portent le nom général d'arbres toujours verts.

§ II. *Des Feuilles composées.*

La feuille vraiment *composée*, avons-nous dit, est celle qui, sur un pétiole commun ou rachis, porte plusieurs folioles qu'on peut isoler les unes des autres. Ces folioles sont ou articulées sur le rachis, c'est à dire attachées par un point très rétréci de la base de leur petit pétiole, ou continues avec lui par toute la base de leur pétiole. Feuilles composées.

Il y a différens degrés de composition dans les feuilles. Ainsi, le pétiole commun peut être *simple*, ou bien il peut se ramifier.

Quand le pétiole commun ne se ramifie pas, la feuille est dite simplement *composée*. On l'appelle feuille *décomposée* quand il se ramifie.

Nous allons étudier les modifications qu'elle présente dans ces deux cas.

Les feuilles simplement composées offrent deux modifications principales, suivant la position qu'affectent les folioles qui les composent. Ainsi, tantôt toutes les folioles partent du sommet même du pétiole commun, comme dans le marronnier d'Inde,

le trèfle, etc.; tantôt des parties latérales, du pétiole commun ou rachis, comme dans le frêne, le baguenaudier, l'acacia, etc. On a donné le nom de feuilles *digitées* à la première de ces deux modifications, et celui de *pennées* à la seconde.

1° Digitées. Les feuilles digitées (*fol. digitata*) sont donc celles dont toutes les folioles partent en divergeant du sommet du pétiole commun, à la manière des doigts de la main lorsqu'ils sont écartés.

Le nombre des folioles qui constituent les feuilles digitées est très variable, comme on peut le voir en comparant ensemble les feuilles du trèfle, qui en offrent trois, avec celles des *pavia*, qui en ont cinq; celles du marronnier d'Inde (Fig. XXXVIII), qui en présentent sept; celles des lupins, qui en offrent un grand nombre, etc. Aussi est-ce d'après ce nombre que l'on a divisé les feuilles digitées en :

Fig. XXXVIII.



1° *Unifoliolées* (*fol. unifoliolata*), quand elles n'offrent qu'une seule foliole, mais qui est articulée au sommet du pétiole. Dans ce cas, des raisons d'analogie et la présence d'une articulation font ranger cette feuille parmi les composées, telles sont celles de l'oranger (*citrus aurantium*), du *rosa simplicifolia*, etc.

2° *Trifoliolées* (*fol. trifoliolata*), quand elles ont trois folioles : comme dans le trèfle d'eau (*menyanthes trifoliata*), (Fig. XXXIX) l'alléluia (*oxalis acetosella.*)

Fig. XXXIX.



3° *Quadrifoliolées* (*fol. quadrifoliolata*), composées de quatre folioles : *marsilea quadrifolia.*

4° *Quinquéfoliolées* (*fol. quinquefoliolata*) : *cissus quinquefolia, potentilla reptans,* etc.

5° *Septemfoliolées* (*fol. septemfoliolata*), le marronnier d'Inde, etc. (Fig. XXXVIII.)

6° *Multifoliolées* (*fol. multifoliolata*), composées d'un grand nombre de folioles : comme le *lupinus varius*.

Fig. XL.



Les feuilles *pennées* ou pinnées(*fol. pennata*) (Fig. XL), comme nous l'avons dit, sont celles qui, sur un pétiole commun, portent un nombre plus ou moins considérable de folioles, disposées sur ses parties latérales à la manière des barbes d'une plume sur leur tige commune : telles sont celles du séné (*cassia acutifolia*), de l'acacia (*robinia pseudo-acacia*), du frêne (*fraxinus excelsior*). 2° Pennées.

Les folioles d'une feuille pennée peuvent être *opposées* l'une à l'autre, et disposées par paire (Fig. XL); dans ce cas, on dit qu'elles sont *oppositi-pennées ;* ou bien ses folioles sont *alternes*, et les feuilles sont dites *alternati-pennées*.

Les feuilles *oppositi-pennées* sont également appelées *conjuguées*. On dit qu'elles sont :

Fig. XLI.



1° *Unijuguées* (*fol. unijugata*), quand le pétiole commun porte une seule paire de folioles : comme dans le *lathyrus latifolius*, le *lathyrus sylvestris*, etc. (Fig. XLI).

2° *Bijuguées* (*fol. bijugata*), composées de deux paires de folioles : comme dans certains *mimosa*.

3° *Trijuguées* (*fol. trijugata*), composées de trois paires de folioles : comme celles de l'*orobus tuberosus*.

4° *Quadrijuguées* (*fol. quadrijugata*).

5° *Quinquéjuguées* (*fol. quinquejugata*) : comme celles de la casse (*cassia fistula*).

6° *Multijuguées* (*fol. multijugata*), quand les paires de folioles sont en nombre indéterminé : comme celles de la fausse réglisse (*astragalus glycyphyllos*), la *vicia cracca*, etc.

Les feuilles *oppositi-pennées* sont dites *pari-pennées* ou *pennées* sans *impaire* (Fig. XL), quand les folioles sont attachées par paires, et que le sommet du pétiole commun ne présente pas de foliole solitaire ni de vrille qui en tienne lieu : comme dans le séné, le caroubier (*ceratonia siliqua*), l'*orobus tuberosus*, etc.

Elles sont dites au contraire *impari-pennées*, ou *pennées* avec *impaire* (*impari-pennata*), quand le pétiole commun est terminé par une foliole solitaire : comme dans l'acacia (*robinia pseudo-acacia*), le frêne (*fraxinus excelsior*).

Fig. XLII.



Les feuilles *impari-pennées* sont appelées *trifoliolées* (*fol. impari-pennata trifoliolata*) quand, au dessus de l'unique paire de folioles dont elles sont formées, se trouve une foliole solitaire pétiolée : comme dans les espèces de *dolichos*, de *glycyne*, de *phaseolus*, etc. (Fig. XLII). Il ne faut pas confondre cette espèce de feuille avec la feuille *digitée trifoliolée* (Fig. XXXIX), également composée de trois folioles. Dans la première, la foliole moyenne est pétiolée ; dans la seconde, les trois folioles sont sessiles ou également pétiolées.

On appelle feuilles *interrupté-pennées* (*fol. interrupte-pennata*) celles dont les folioles sont alternativement grandes et petites : comme dans l'aigremoine (*agrimonia eupatoria*).

5° Feuilles décomposées.

Quant aux feuilles *décursivé-pennées*, c'est à dire celles dont le pétiole commun est ailé par le prolongement de la base des folioles, nous ne les rangeons pas parmi les feuilles composées, puisque aucune foliole ne peut être enlevée sans en déchirer la partie foliacée. Ce ne sont que des feuilles plus ou moins profondément pinnatifides.

Les feuilles *décomposées* (*fol. decomposita*) sont le deuxième degré de composition des feuilles ; le pétiole commun est divisé en pétioles secondaires, qui portent les folioles. On les appelle :

1° *Digitées-pennées* (*digitato-pennata*), quand les pétioles secondaires représentent des feuilles *pennées* partant toutes du sommet du pétiole commun : exemple, certains *mimosa.*

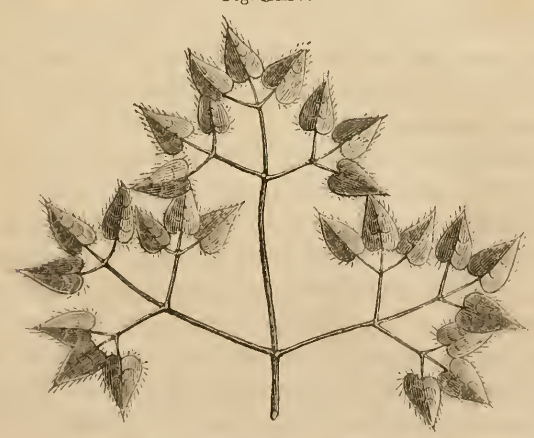
2° *Bigéminées* (*fol. decomposito-bigeminata*), quand chacun des pétioles secondaires porte une seule paire de folioles : exemple, *mimosa unguis cati.*

Fig. XLIII.

3° *Bipennées* (*fol. bipennata, duplicato-pennata*), quand les pétioles secondaires sont autant de feuilles *pennées*, partant du pétiole commun : comme dans le *mimosa julibrizin*, etc. (Fig. XLIII.)

On nomme feuilles *surdécomposées* le troisième et dernier degré de composition que présentent les feuilles. Dans ce cas, les pétioles secondaires se divisent en pétioles tertiaires, portant les folioles. Ainsi, on appelle feuille *surdécomposée-triternée* (Fig. XLIV) celle dont le pétiole commun se divise en trois pétioles 4° Feuilles surdécomposées.

Fig. XLIV.



secondaires, divisés chacun en trois pétioles tertiaires, portant aussi chacun trois folioles : comme dans l'*actæa spicata*, l'*epimedium alpinum.*

Nous venons d'exposer avec quelques détails les nombreuses variétés de forme, de figure, de consistance, de simplicité et de composition que présentent les feuilles. Nous avons cru devoir donner quelque développement à cet article, parce que beaucoup d'autres organes, que nous étudierons successivement, tels que les stipules, les sépales, les pétales, etc., nous offriront des modifications analogues dans leur figure, leur forme, leur structure, etc., qui, une fois décrites et définies, n'auront plus besoin que d'être citées pour être parfaitement comprises.

Structure, usages et fonctions des Feuilles.

Structure des feuilles.

On doit à M. Adolphe Brongniart des recherches fort intéressantes sur la structure des feuilles et leurs fonctions (*Ann. scienc. nat.* décembre 1830). Nous en offrirons ici quelques uns des résultats les plus saillans.

Les feuilles, comme nous l'avons dit précédemment, sont formées par trois organes principaux; savoir, par un faisceau vasculaire provenant de la tige, par du parenchyme, prolongement de l'enveloppe herbacée de l'écorce, et enfin par une portion d'épiderme qui les recouvre dans toute leur étendue. Etudions successivement ces trois parties :

1° Parenchyme.

1° Le parenchyme est généralement vert, et c'est lui qui donne aux feuilles la coloration qui leur est si générale. Il est composé de plusieurs couches d'utricules plus ou moins arrondies (Pl. 4, f. 2, 3), laissant souvent entre elles des espaces vides ou méats intercellulaires, communiquant tous entre eux et remplis d'air. Assez souvent les utricules, placées sous l'épiderme de la face supérieure, sont sous la forme de petites cellules cylindriques perpendiculaires à l'épiderme. Celles au contraire qui touchent l'épiderme de la face inférieure sont très irrégulières, souvent divisées en plusieurs branches qui s'unissent avec celles des autres cellules environnantes de même nature, et constituent une sorte de tissu réticulé, à larges mailles, sur lequel l'épiderme est appliqué.

La couleur verte du parenchyme des feuilles est due, comme celle du tissu cellulaire en général, aux granules verts qui existent dans l'intérieur des utricules, granules qui constituent la chro-

mule du professeur De Candolle, ou la globuline de M. Turpin. On sait que, quand les plantes sont long-temps soustraites à l'action directe de la lumière solaire, leurs feuilles et autres parties vertes s'étiolent, c'est à dire qu'elles deviennent jaunes, pâles, par la disparition de la matière verte des granules intra-utriculaires. On sait de plus que le même phénomène produit aussi un autre changement : les sucs contenus dans ces parties perdent leur âcreté et leur amertume, et deviennent doux et sucrés.

En général, on trouve sous l'épiderme de la face supérieure deux ou trois rangées d'utricules oblongues, obtuses, ordinairement plus étroites que les cellules de l'épiderme, et très rapprochées les unes des autres. Dans les points qui correspondent aux stomates, il y a généralement des espaces vides, sortes de lacunes, par le moyen desquelles les stomates peuvent communiquer avec le parenchyme de la face inférieure. Cette sorte de tissu lacuneux occupe à peu près la moitié supérieure de l'épaisseur de la feuille, et quand on l'examine par sa face inférieure, on voit que les utricules anastomosées entre elles forment comme un réseau à larges mailles, ou une sorte de grillage appliqué à la face interne de l'épiderme. Cette organisation souffre de notables modifications dans un grand nombre de végétaux ; mais néanmoins on observe toujours sous l'épiderme, dans les points correspondans aux stomates, des espaces remplis d'air qui font communiquer entre elles les diverses parties intérieures de la feuille.

Très souvent ces utricules du parenchyme de la feuille présentent les formes les plus variées et les plus irrégulières. Ainsi elles sont quelquefois simples ; d'autres fois ramifiées et semblent être formées par un certain nombre de cellules diversement soudées entre elles.

Dans les plantes grasses.

Les feuilles épaisses et charnues des plantes grasses sont composées d'un tissu utriculaire plus serré, c'est à dire présentant moins de ces espaces ou lacunes aériennes qu'on voit si abondamment dans les feuilles minces et membraneuses. Cependant elles en offrent aussi qui correspondent également aux pores corticaux.

Ce qu'il y a de plus remarquable à noter dans la disposition des utricules composant le parenchyme de la feuille, c'est : 1° la différence de forme de celles qu'on trouve sous l'épiderme de la face

supérieure, qui sont toujours plus ou moins alongées dans le sens perpendiculaire, tandis que celles de la face inférieure sont arrondies irrégulièrement; 2° les espaces vides plus ou moins grands que ces utricules laissent entre elles, espaces qui forment autant de cavités particulières contenant de l'air, et qui communiquent toutes ensemble avec une grande facilité.

De cette structure remarquable des feuilles il résulte que, dans le plus grand nombre des cas, la surface des utricules composant le parenchyme se trouve mise en contact avec l'air qui, par les stomates, pénètre sous l'épiderme. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point, en traitant des fonctions des feuilles.

2° Vaisseaux. 2° Les vaisseaux qui pénètrent dans la feuille se détachent de la tige sous la forme de faisceaux distincts, ordinairement en nombre impair. Ils pénètrent dans le pétiole lorsque celui-ci existe, et, en se ramifiant, ils constituent les nervures et les veines, qu'on observe surtout à la face inférieure. Ces faisceaux vasculaires se composent, comme ceux de la tige, de trachées, de tubes ponctués, de tissu fibreux et de tissu utriculaire. Les trachées sont ordinairement placées vers la face supérieure de la feuille et entourées de tissu cellulaire alongé; au dessous d'elles sont les tubes ponctués, puis quelques vaisseaux latexifères, ramifiés et anastomosés, et environnés, ainsi que les tubes ponctués, par des tubes fibreux ou tissu du bois et du liber. Telle est la disposition la plus générale des vaisseaux dans les feuilles. Ces vaisseaux sont essentiellement les organes nutritifs. Les uns (très probablement les tubes fibreux) apportent dans la feuille la sève qui doit y être élaborée et convertie en suc nutritif; les autres (les vaisseaux du latex et une partie des tubes fibreux) remportent ce fluide pour le distribuer dans toutes les parties qui peuvent en avoir besoin.

3° L'épiderme. 3° L'épiderme des feuilles n'est pas manifestement différent de celui qui recouvre les autres parties du végétal; nous l'avons déjà décrit en traitant de l'organisation des tiges (pages 96 et suiv.).

Cette membrane celluleuse est généralement peu adhérente au tissu sous-jacent. Elle est transparente et diaphane, c'est à dire que les cellules qui la composent sont dépourvues de granulations vertes. Ces cellules sont très intimement unies entre elles, généralement déprimées; ce qui sert à distinguer l'épiderme du tissu

parenchymateux de la feuille, dont les utricules sont cylindriques et perpendiculaires à la surface supérieure de la feuille. Les parois des cellules de l'épiderme sont en général épaisses et résistantes. Tantôt, ainsi que nous l'avons dit précédemment, l'épiderme se compose de deux ou même de trois couches de cellules, mais toujours très adhérentes entre elles.

Stomates.

L'épiderme des feuilles présente un nombre très considérable de *stomates*. Ces organes existent indifféremment aux deux faces de la feuille dans les plantes herbacées; dans les arbres, c'est en général à la face inférieure qu'on les observe, tandis qu'au contraire, dans les feuilles étalées à la surface des eaux, on ne les trouve qu'à la face en contact avec l'air : position qui indique aussi que ces organes ne servent pas à l'absorption de l'eau, comme beaucoup d'auteurs l'ont annoncé. Tantôt les stomates sont épars et sans ordres, d'autres fois ils sont disposés par séries ou lignes longitudinales, comme dans certaines Monocotylédonées.

Ces deux lames d'épiderme recouvrent la partie formée par les fibres vasculaires et le parenchyme, et que le professeur De Candolle propose de nommer *mésophylle*. Cet organe est quelquefois très mince, ainsi qu'on l'observe pour les feuilles qui sont planes et membraneuses; mais, dans toutes les feuilles épaisses et charnues, dans les plantes grasses par exemple, le mésophylle est très développé, et donne la forme à la feuille.

Epiderme des feuilles submergées.

L'épiderme dans les plantes submergées est beaucoup plus simple que dans les plantes dont les feuilles sont exposées à l'action directe de l'atmosphère. M. Adolphe Brongniart, dans ses recherches sur la structure des feuilles, avait d'abord pensé que les feuilles des plantes qui vivent dans l'eau en étaient tout à fait dépourvues, c'est à dire que le parenchyme ou mésophylle était tout à fait à nu. Mais, d'après ses nouvelles recherches sur l'épiderme, il a reconnu que dans ces plantes cette membrane était réduite à la cuticule simple, qui ne présentait aucune ouverture ou stomates, et que par conséquent la couche d'utricules qui d'ordinaire compose l'épiderme manquait totalement.

Tels sont les élémens anatomiques qui entrent dans la composition de toutes les feuilles.

Fonctions.

Etudions maintenant leurs fonctions. Les feuilles sont, avec

les racines, les organes essentiels de la nutrition des végétaux, et leurs fonctions sont très nombreuses et très diverses : 1° Elles absorbent dans l'atmosphère les substances nutritives qui y sont répandues à l'état de gaz ou de vapeurs ; 2° elles sont des organes d'assimilation, et exercent une action puissante sur ces substances qu'elles altèrent et décomposent pour les faire concourir à la nutrition du végétal ; 3° elles absorbent l'air ou l'acide carbonique qui y est mêlé, pour s'assimiler les principes qui peuvent leur servir d'aliment, etc. ; 4° elles rejettent au dehors les principes ou matières inutiles à leur alimentation, tantôt sous la forme de gaz (respiration), tantôt sous la forme de vapeurs (transpiration), tantôt sous la forme de corps solides (excrétions végétales). Enfin elles sont les organes dans lesquels l'irritabilité est la plus manifeste, et ceux par conséquent qui exécutent les mouvemens les plus marqués.

Passons rapidement en revue les diverses fonctions des feuilles, sur lesquelles nous reviendrons encore en traitant prochainement d'une manière générale de la nutrition des végétaux.

Absorption.

1° *Absorption.* Les feuilles sont des organes puissans d'absorption. Elles concourent à cette fonction de deux manières : 1° *médiatement*, en ce qu'elles ont une action très marquée sur la succion exercée par les racines. En effet, on sait que ces derniers organes absorbent avec d'autant plus de force et de rapidité qu'il y a plus de feuilles, *et vice versâ*, que dans un végétal dépouillé de ses feuilles l'absorption des racines sera plus faible. Cette action que les feuilles exercent sur les racines dépend de plusieurs causes, dont la principale est qu'elles sont le siège d'une évaporation continuelle qui doit nécessairement réagir sur la force d'absorption ; 2° *immédiatement*, les feuilles étant elles-mêmes des organes absorbans. Dans l'état le plus habituel, dans les végétaux aériens, elles absorbent l'eau qui, à l'état de vapeurs, existe toujours dans l'atmosphère, ainsi que les autres substances qui peuvent y être dissoutes. Mais, dans certaines circonstances accidentelles pour les végétaux aériens, et presque constamment pour les plantes aquatiques, les feuilles peuvent absorber de l'eau à l'état liquide : c'est ce que confirme l'expérience.

Bonnet a posé des feuilles d'arbres sur l'eau, par leur face in-

férieure, et il a vu qu'elles pouvaient se conserver fraîches pendant plusieurs jours. Si au contraire il les appliquait sur l'eau par leur face supérieure, elles se conservaient fraîches moins long-temps. Des feuilles de plantes herbacées se conservaient également bien, soit qu'on les appliquât sur l'eau par leur face supérieure ou par leur face inférieure.

De ces expériences il résulte évidemment : 1° que les feuilles absorbent de l'eau à l'état liquide ; 2° que, dans les végétaux ligneux, cette absorption a surtout lieu par la face inférieure, tandis que, dans les plantes herbacées, elle se fait à la fois par l'une et l'autre des deux faces de la feuille.

Ici se présente une question fort importante. Par quelle voie se fait dans les feuilles l'absorption des fluides vaporeux ou de l'eau ? Beaucoup de physiologistes ont admis que c'étaient les stomates qui étaient le siège de cette fonction. Nous ne partageons pas cette opinion. En effet, ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, les stomates ou pores de l'épiderme correspondent toujours à des espaces vides, ou pour mieux dire à des espaces remplis d'air. Par suite d'une trop grande humidité, leur ouverture se contracte et se ferme ; ils manquent complètement dans les feuilles submergées et n'existent qu'à la face supérieure dans les feuilles qui vivent appliquées sur l'eau, ils ne peuvent donc servir à l'absorption des liquides. Ce sont, de même que les stigmates ou petites ouvertures qu'on observe surtout à la face inférieure du corps des insectes, des organes destinés à livrer passage à des corps gazeux, et par conséquent servant uniquement à la respiration des végétaux.

Quelles sont les voies de cette absorption ?

Mais tous les tissus végétaux et animaux sont plus ou moins poreux, et c'est, à notre avis, par ces pores imperceptibles que doit avoir lieu l'absorption des vapeurs exercée par les feuilles. Dans les racines, en effet, où l'absorption est si puissante, il n'y a pas d'ouvertures, de bouches destinées à cette fonction ; elle a lieu par les pores invisibles qui existent dans le tissu cellulaire, dont les spongioles sont composées. Nous pouvons donc admettre la même chose pour les feuilles.

Ce sont les pores intermoléculaires.

2° *Décomposition de l'acide carbonique.*

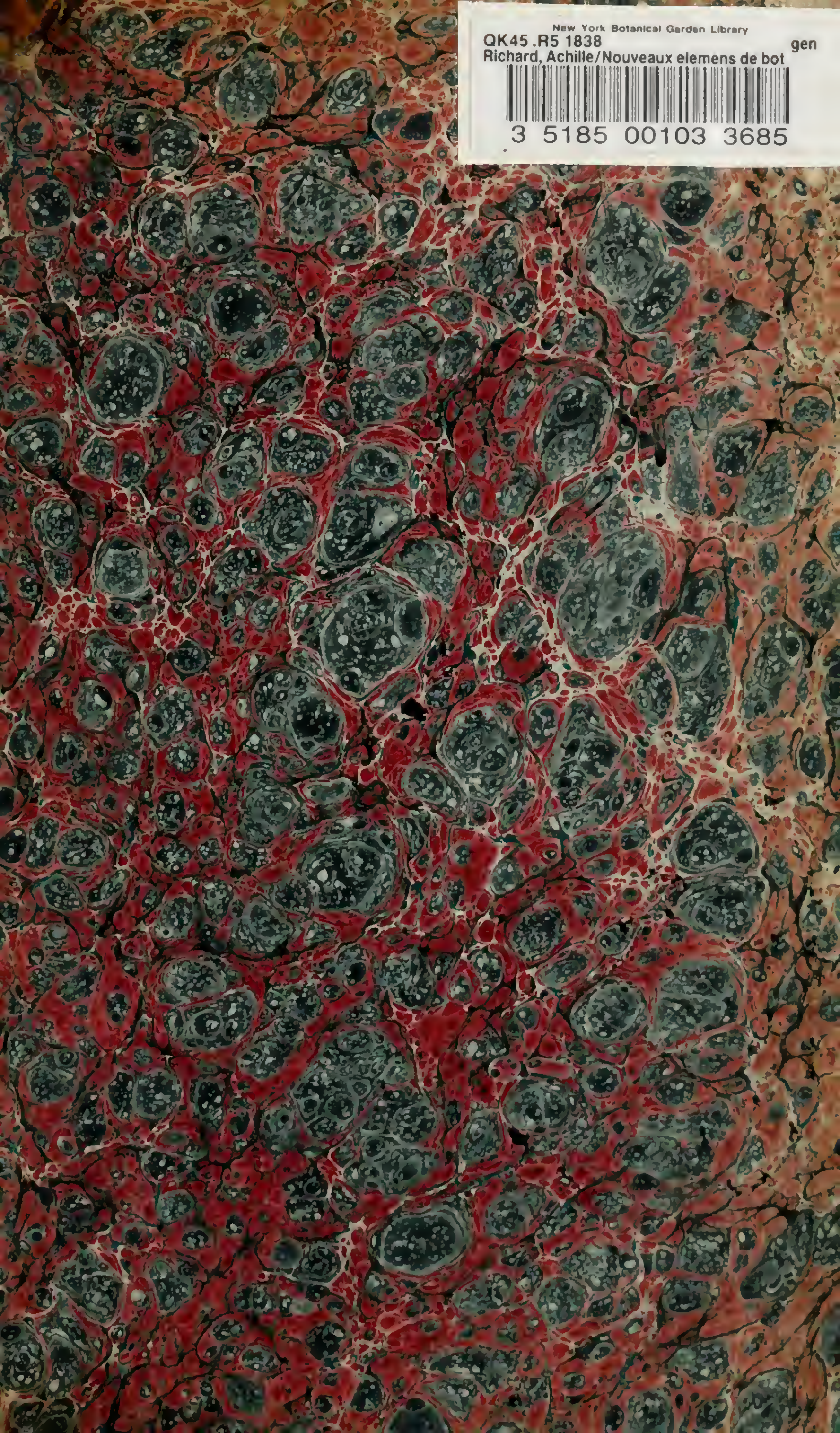
Décomposition de l'acide carbonique.

C'est dans le tissu des feuilles, de même au reste que dans toutes les autres parties du végétal exposées à l'action directe des rayons lumineux, que se passe ce phénomène si remarquable de la décomposition de l'acide carbonique, et très probablement de celle de l'eau. On sait en effet que les feuilles frappées par la lumière du soleil absorbent la petite quantité d'acide carbonique mêlé à l'air, qu'elles en opèrent la décomposition, en retiennent le carbone et rejettent au dehors une partie du gaz oxigène qui acidifiait le carbone. D'après les expériences de Saussure, le végétal retient environ un tiers du gaz oxigène, et deux tiers seulement sont expirés au dehors. Quand, au contraire, la plante est soustraite à l'action directe des rayons lumineux, dans l'obscurité de la nuit par exemple, les feuilles prennent à l'air qui les environne une partie de son oxigène, et le remplacent par de l'acide carbonique qu'elles expirent.

Les feuilles jouissent encore de la propriété de décomposer une petite partie de l'eau qu'elles absorbent, dont elles retiennent l'hydrogène, tandis que l'oxigène est rejeté au dehors. Nous reviendrons plus en détail sur ces divers phénomènes, en traitant des différens actes dont se compose la nutrition des végétaux.

Le même phénomène a lieu non seulement dans les feuilles, mais encore dans toutes les autres parties vertes des végétaux. D'après quelques expériences d'Ingenhouze, de Sénebier et de M. Bérard de Montpellier, les fruits verts sembleraient se soustraire à cette loi générale, puisque, selon M. Bérard, leur unique action se bornerait à transformer l'oxigène de l'air en acide carbonique; action qui serait encore plus forte au soleil qu'à l'ombre. Mais M. Th. De Saussure a repris ces expériences, et il est de nouveau arrivé aux premiers résultats qu'il avait d'abord obtenus, c'est à dire que les fruits absorbent pendant la nuit l'oxigène de l'air qu'ils remplacent par de l'acide carbonique, tandis qu'exposés au soleil ils décomposent non seulement l'acide carbonique contenu naturellement dans l'atmosphère, mais encore celui qu'on y ajoute, et qu'ils rejettent l'oxigène pour ne garder que le carbone.




New York Botanical Garden Library
QK45 .R5 1838
gen
Richard, Achille/Nouveaux elemens de bot
3 5185 00103 3685

